

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management
Studijní obor: Management jakosti

OCHRANNÉ VLASTNOSTI PODSTŘEŠNÍCH FÓLIÍ

Protective characteristics of under-roof foils

Bc. Mazura Michal

KHT-24

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Jan Čeřovský

Rozsah práce:

Počet stran.....69

Počet obrázků18

Počet grafů.....21

Počet tabulek13

Počet příloh.....3

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne 29.6.2010

.....
Podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. L. Hesovi, DrSc. a konzultantovi Ing. J. Čeřovskému a panu J. Ryplovi za poskytování veškerých potřebných informací, rad, připomínek a pomoc při vypracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Měšťanové za pomoc při realizaci experimentu.

Také bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomáhali a podporovali při zpracování diplomové práce.

Anotace

Téma: Ochranné vlastnosti podstřešních fólií

Diplomová práce se zabývá měřením ochranných vlastností podstřešních fólií, zejména propustností pro vodní páry i propustností pro vzduch, rovněž byla provedena zkouška hydrostatické odolnosti. Práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část.

První část obsahuje informace o vlastnostech, účelu a použití podstřešních fólií a technologického postupu výroby fólií. Další část je věnována historii společnosti Juta.

V experimentální části bylo testováno 5 reprezentativních vzorků od společnosti Juta a.s., lišící se od sebe plošnou hmotností i technologií výroby. Měření vzorků bylo provedeno za nenormalizovaných podmínek a následně byly výsledky zhodnoceny a porovnány.

Klíčová slova:

- membrána
- paropropustnost
- střecha

Annotation

Topic: Protective characteristics of under-roof foils

This thesis is dealing with measuring of protective characteristics of under-roof foils, mostly transmission of a steam and breathability. Also a test of hydrostatic resistivity was done. The thesis is divided to a theoretical and an experimental part.

The first part consist of information about characteristics, purpose and common use of under-roof foils and a technological production process of underroof foils. A detailed description of Juta company's history in this theoretical part.

In the experimental part of the thesis was 5 product of Juta, a.s. tested. Products vary in areal mass and their technological process. Measurements were undertaken under unnormalised conditions which influenced results. The comparation and results description is in a final chapter of the experimental part.

Keywords:

- membrana
- permeation
- roof

Obsah:

Úvod.....	8
TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1 Střecha a její funkce.....	9
2 Technické vlastnosti podstřešních membrán a fólií.....	11
2.1 Účel a funkce	11
2.2 Výchozí suroviny pro výrobu fólií	17
2.2.1 Polypropylen - PP	17
2.2.2 Polyester - PE	18
2.3 Trvanlivost membrán a fólií.....	19
2.4 Technologický postup výroby paropropustných filmů.....	19
3 JUTA.....	21
3.1 Historie společnosti.....	21
4 Situace na trhu	23
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	26
5 Testované vzorky a jejich charakteristiky	26
5.1 Vzorek A	26
5.2 Vzorek B	27
5.3 Vzorek C	28
5.4 Vzorek D	29
5.4.1 Základní princip a popis technologie zátěrovaných kompozitů	30
5.5 Vzorek E	32
6 Sledované vlastnosti, použité přístroje a výsledky měření	34
6.1 Prodyšnost.....	34
6.2 Hydrostatická odolnost.....	36
6.3 Odolnost proti UV záření, umělé stárnutí	40
6.3.1 Ultrafialové záření.....	40
6.3.2 Degradace materiálů	41
6.4 Paropropustnost.....	43
6.4.1 Permetest	45
6.4.2 Lyssy L 80-5000	48
6.4.3 GraviTest 6300	50
7 Srovnávání metod a statistické zhodnocení.....	58
7.1 Statistika	59
7.2 Korelace.....	63
8 Závěr.....	66
Použitá literatura:	68

Úvod

Předložená práce se zabývá měřením ochranných vlastností podstřešních fólií, zejména propustností pro vodní páry i propustností pro vzduch, rovněž byla provedena zkouška hydrostatické odolnosti. Práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část. V teoretické části jsou uvedeny informace o vlastnostech, účelu a použití podstřešních fólií a technické vlastnosti testovaných fólií.

Cílem této práce bylo ověřit výrobcem udávané vlastnosti, korelovat je mezi sebou použitím zvolených metod, tj. výběrem různých podmínek měření. Výsledky byly zpracovány statisticky a jsou znázorněny v grafech. Testováno bylo 5 základních reprezentativních vzorků firmy Juta a.s., lišící se od sebe plošnou hmotností i technologií výroby.

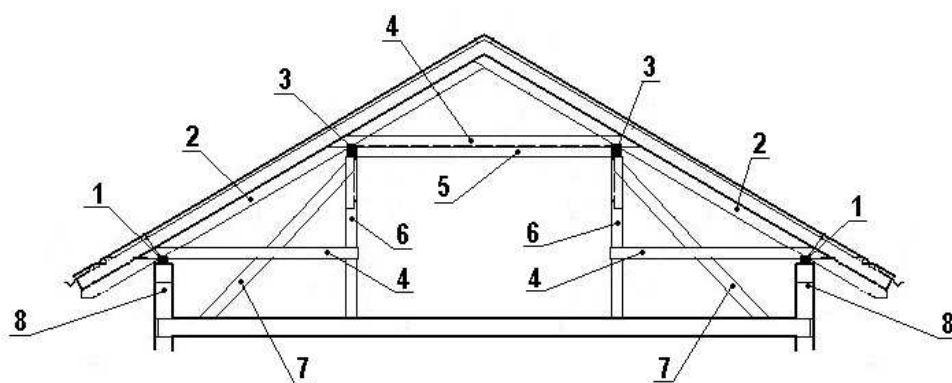
TEORETICKÁ ČÁST

1 Střecha a její funkce

Střecha je stavební konstrukce, která ukončuje stavbu shora a chrání ji proti povětrnostním vlivům. Též odvádí vodu a brání jí v nahromadění. Skládá se z nosné konstrukce (např. krov) a střešní krytiny. Střechy se v zásadě rozdělují na ploché a sklonité (šikmé a strmé), nebo na zateplené a nezateplené. Tvar a celkové provedení střechy velmi závisí na místních klimatických podmínkách. V tropických a subtropických oblastech se například tradičně častěji uplatňují střechy ploché oproti tomu v mírných a chladných podnebných pásích jsou běžnější střechy šikmé. [1, 3]

Hlavní funkcí střechy je chránit prostor pod sebou před povětrnostními vlivy (deštěm, sněhem, větrem, slunečním zářením apod.). V závislosti na typu prostoru, který střecha uzavírá, jsou na její provedení kladeny různé požadavky. Může jít v zásadě buď o uzavřený vnitřní prostor (obytný dům, veřejná budova; zateplená střecha) či prostor otevřený (přístřešek, čekárna, nástupiště, kryté parkoviště, nezateplená střecha). Obecně tedy platí, že střechy uzavřených budov musí splňovat přísnější požadavky na izolaci. Každá střecha má za úkol odvádět vodu z horní části stavby a bránit jejímu nahromadění, jež by mohlo postupně konstrukci stavby poškodit zatékáním či růstem dřevokazných hub a plísní. Střecha budovy musí být náležitě izolována, aby poskytovala uživatelům budovy patřičnou ochranu před povětrnostními vlivy a určitou úroveň pohodlí. Jedná se především o vodotěsnost. Vodotěsná může být sama střešní krytina, tedy nejsvrchnější vrstva střešní konstrukce, ta však často bývá doplněna samostatnou vodotěsnou vrstvou v podobě fólie, asfaltového pásu či stěrky. Krytiny sklonitých střech musí zejména dobře odvádět vodu a sníh. Zvláště u plochých střech je třeba věnovat vodotěsnosti a odvodňování zvýšenou pozornost (typickým příkladem špatně provedených plochých střech jsou československé panelové domy). [2, 3]

Obrázek č. 1 znázorňuje základní konstrukční prvky šikmé střechy. Některé z těchto pojmů jako např. kroky jsou v práci často zmiňovány.



- | | |
|-----------------|------------------|
| 1 ... POZEDNICE | 5 ... HAMBALEK |
| 2 ... KROKEV | 6 ... SLOUPEK |
| 3 ... VAZNICE | 7 ... VZPĚRA |
| 4 ... KLEŠTINY | 8 ... PODEZDÍVKA |

Obrázek č. 1: Technické prvky střechy typu A. [2]

Tyto základní funkční vlastnosti byly vývojem bydlení rozšířeny o další požadavek a to o paropropustnost. Efektivnější využívání půdních prostor nejen jako skladovací prostory, ale zejména jako velmi atraktivní obytné prostory vedl k vývoji paropropustných podstřešních fólií a membrán.

2 Technické vlastnosti podstřešních membrán a fólií

V předložené diplomové práci se setkáváme s pojmy „fólie a membrána“, které jsou používány ve stejném významu. Se záměnou těchto termínů se v odborné praxi běžně setkáváme.

2.1 Účel a funkce

Podstřešní membrány a fólie slouží jako pojistná izolace proti průniku vody (dešťové, tajícímu sněhu) a proti průniku nečistot (prach, saze) do vnitřních prostor šikmých větraných i nevětraných střešních konstrukcí. Podstřešní membrány a fólie, neboli pojistné hydroizolační vrstvy, slouží pro zabezpečení střešních konstrukcí včetně tepelně-izolačních materiálů, jako minerální (kamenná) vlna a polystyrén. Dále pak tyto folie chrání před podfouknutým deštěm a sněhem, jakož i kondenzátem, tvořícím se na vnitřní straně krytiny. Navíc v případě poškození střešního pláště přejímají jeho ochrannou funkci proti srážkové vodě. [4, 5]

Zároveň díky svým schopnostem propouštět vodní páru umožňuje odvětrávání vlhkosti z vnitřních částí budov a konstrukcí. Tím zaručují podmínky nezbytné pro správnou funkci střech, zejména :

- brání zatékání vody do tepelných izolací, čímž zajišťují jejich správnou tepelně-izolační funkci
- udržují hladinu vlhkosti ve střešních konstrukcích (často dřevěných) na nízkých úrovních, čímž brání množení dřevokazných hub a hmyzu. [4, 5]

Tím významnou mírou ovlivňují i užité vlastnosti samotného objektu.

Membrány a fólie nahrazují kdysi používané plné bednění střechy a jeho krytí lepenkou. Toto řešení bylo drahé a navíc častokrát přílišně zatěžovalo střešní vazbu. Oproti tomu nejnovější generace střešních fólií a membrán se charakterizuje snazším položením díky své nižší hmotnosti, jsou levnější a v neposlední řadě mnohem méně zatěžují konstrukci střechy. Některé typy

difúzních fólií jsou určeny pro střechy bedněné - plně nahrazují použití lepenky pod břidlici a asfaltové šindele. [5]

Difúzní membrány a fólie, z hlediska své vysoké prodyšnosti a struktury, nepropouštějící vodu, umožňují plnou kontrolu procesů vázaných na kondenzaci vodních par a tvorbu kondenzátu pod střešní krytinou. Díky tomu kondenzát nebo náhodně podfouknutá voda nezpůsobí zavlhčení střešní vazby, ale stékání po fólii. Vodní pára pronikající z obytných prostor skrz konstrukci střechy má volný průchod a není uměle zadržována v tepelné izolaci. Tyto procesy představují vysoké nebezpečí pro dřevěnou konstrukci a použitý tepelně-izolační materiál střechy. Proto správný výběr střešní folie garantuje optimální funkci tepelné izolace. Kvalitní folie by měly být odolné na mechanické poškození během pokládky. Teplotní rozsah použití, neboli odolnost vůči vysokým a nízkým teplotám, garantuje elasticitu v návaznosti na atmosférické podmínky během montáže (standardní rozsah -40°C až 80°C). [5]

Investorovi, který plánuje stavbu nebo rekonstrukci střechy, se doporučuje uvědomit si skutečnost, že střešní folie je jednou z jejích nejdůležitějších částí přesto že představuje zhruba 2% celkových nákladů na celou konstrukci. Z výše uvedených důvodů se na foliích šetřit nevyplácí a je třeba si vybrat produkt s dobrými parametry a příznivou cenou. [5]

Podstřešní membrány a fólie se aplikují pod střešní krytinu na krokve, střešní vazníky, přímo ve styku s tepelnou izolací, nebo na plné podbití šikmých střešních konstrukcí. Jednotlivé pásy membrány se aplikují horizontálně a částečně se překrývají pro zajištění odvodu případné vody po povrchu membrány. [4]

Membrány a fólie jsou stabilizované proti působení ultrafialového záření a po přechodnou dobu (do pokrytí střechy střešní krytinou) slouží i jako provizorní hydroizolace střešní konstrukce. [4]

Podstřešní membrány a fólie jsou vícevrstvé tvořené paropropustným filmem na bázi polyolefinů nebo polyuretanů, který je chráněn vrchní nebo spodní, nebo oběma ochrannými vrstvami, veskrze netkanými textiliemi tzpu spunbond nebo vpichované netkané textilie na bázi polypropylenu, nebo

polyesteru. [4] Na obrázku č. 2 je ukázka šikmé střešní konstrukce s použitím paropropustné membrány.



Obrázek č. 2: Ukázka šikmé střešní konstrukce s použitím paropropustné membrány. [4]

Přednosti difúzních membrán:

- **Propustnost vodních par** - deklarovaný stupeň propustnosti dovoluje nadbytečné vlhkosti proniknout až do ventilační mezery střešní konstrukce. Tím výrazně prodlužuje životnost dřevěné střešní vazby, včetně tvorby suchého a příjemného prostředí obytných prostor.
- **Vodotěsnost** - díky vodotěsnosti můžeme provádět montáž membrány v předstihu před pokládkou krytiny, a tím ochránit střechu před nepřízní počasí.
- **Odolnost vůči UV záření** - zvýšená odolnost proti působení slunečního záření dovoluje následnou pokládku střešní krytiny s odstupem až několika měsíců.
- **Obtížná vznítivost** - přidáním látek snižujících vznícení materiálu je folie produktem, který nenapomáhá šíření ohně v případě požáru.
- **Úspora financí** - technologie s použitím difúzní membrány je mnohem levnější po stránce použitého materiálu i provedení oproti variantě s plným bedněním a potažením lepenkou. Úspora finančních prostředků je nasnadě.
- **Jednoduchost montáže** - nižší hmotnost, v porovnání s plným bedněním střechy a váhou lepenky, výrazně urychluje a zjednodušuje

její montáž. [5]

Druhy fólií, jejich charakteristika a složení

Na stavebním trhu se vyskytuje velké množství různých typů pojistných podstřešních hydroizolací, ať se již jedná o polyolefinové materiály (PP, PE), bitumenové, PVC či polyuretanové. Totéž platí i o velkém sortimentu parozábran, kde lze nalézt materiály na bázi polyetylenu, hliníku, polypropylenu, bitumenů, polyesteru, polyamidu, pokovených materiálů včetně papíru, nemluvě o materiálech kombinovaných z výše uvedených surovin. To je však pohled na materiály z hlediska použitých surovin pro jejich výrobu. [6]

Z hlediska stavebního použití však pro jejich konkrétní využití jsou směrodatná technická data a rozdílná vlastní možnost uplatnění do různých skladeb střešních či stěnových konstrukcí.

U podstřešních pojistných hydroizolací totiž existují materiály kontaktní a nekontaktní, které se ještě dále dělí v souvislosti z hlediska vzdálenosti nosných konstrukcí. Pak se dělí podle toho, zda se mohou dotýkat jen tepelné izolace, či také plného podbití, dále z hlediska minimálního možného sklonu, či zda jde o speciální typy, např. pro falcované krytiny či pro vysokou třídu těsnosti PHI. Zvláštním faktorem pak je souvislost vytváření větotěsnosti této vrstvy ve střešní skladbě. [4]

Základní druhy střešních membrán

Všechny střešní fólie a membrány jsou vyráběny na bázi syntetických vláken jako např.: měkčený nebo tvrzený polyetylén, polypropylen nebo polyester. Střešní fólie a membrány dělí dle propustnosti vodních par a složení (skladba materiálu). [5]

ROZDĚLENÍ:

Nízko-propustné fólie a membrány

Propustnost vodních par od 25 - 60 g/m²/24h. Nutnost zachování ventilační mezery mezi folií a tepelnou izolací. V případě použití těchto bezkontaktních střešních fólií, se stále setkáváme se základní chybou ze strany

realizátorů, a to neúměrnou (chybnou) velikostí ventilační mezery, popřípadě její úplnou absencí. Správné provedení mezery je spojeno s přesnou pokládkou izolace, což vzhledem k použití distančních prvků zvyšuje její cenu. Obecně platí, že vzdálenost mezi folií a tepelnou izolací by neměla být menší než 4 cm a má přímou návaznost na délku krokví. V případě chybné montáže a absence větrací mezery většinou dochází k absorbování vlhkosti tepelnou izolací (minerální vlna), tvorbě plísní a v konečném důsledku se mikroklima vnitřních prostor stává nepříjemným, nehledě na možnost podpory vzniku alergií. Minerální izolace nasáklá vodou je předurčena k výměně a napadení střešní konstrukce plísní se stává reálnou hrozbou. [5]

Vysoce-propustné fólie a membrány

Propustnost vodních par od 1000 g/m²/24h. Umožňují přímý kontakt s tepelnou izolací a využití celé výšky krokve pro její použití. Snaha odbourat použití ventilační mezery s sebou v 90-tých letech přinesla novou generaci střešních folií s vysokou propustností vodních par. Tyto vysoce-difúzní membrány a fólie (dále jen "membrány") rychle získaly na popularitě a jejich užívání má neustále vzestupnou tendenci, za což vděčí skvělým užitným vlastnostem. Membrány nevyžadují tvorbu ventilační mezery, čímž mizí nebezpečí jejich chybného použití a pokládka je mnohem jednodušší. Dobrá hydroizolační membrána se skládá minimálně ze dvou vrstev, z nichž jedna je vlákněná vrstva z polypropylenových vláken (netkaná textilie typu spunbond) s vysokým stupněm propustnosti vodních par a druhá splňuje požadavek na propustnost par a zároveň požadavek vodotěsnosti (až 2000 mm vodního sloupce). Dnes se již běžně setkáváme s membránami třívrstevnými. Výhodou hydroizolačních membrán je možnost použití na střeších s plným bedněním a schopnost jejich delšího ponechání na střeše bez krytiny, díky větší odolnosti vůči UV záření.

Jediným nedostatkem membrán se jeví jejich relativně vysoká cena, jelikož je zhruba dvojnásobně vyšší než u klasických bezkontaktních folií. Ovšem z hlediska celkové pořizovací ceny střechy tvoří membrána pouze 2% nákladů a její přínos do celé střešní konstrukce, mnohem lepší parametry nevyjímaje, je několikanásobně vyšší. Proto každý investor a řemeslník volí

stále častěji difúzní membrány, které jsou zlomkovou položkou v celkové ceně střechy a zároveň její nesmírně důležitou součástí, jelikož poskytují větší jistotu provedení a záruku optimalizace klimatu střešního pláště včetně podkrovních prostor. Některé membrány mohou být použity pro bedněné střechy. [5]

Hlavním kritériem pro dělení jsou hodnoty propustnosti vodních par, popřípadě hodnota koeficientu S_d . Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Hodnoty propustnosti vodních par a hodnota koeficientu S_d . [5]

Dělení dle propustnosti	Propustnost vodních par $\text{g/m}^2/24\text{h}$	Koeficient S_d sloupec vzduchu
Parozábrany	0,5	100
Nízko propustná	10 – 40	1-4
Vysoce propustná	1300-3000	0,02

Dle složení dělíme fólie a membrány následovně:

Armované fólie a membrány

Jsou třívrstvé: horní a spodní vrstvu tvoří netkaná textilie typu spunbond z polyetylenových nebo polypropylenových vláken, mezi které se vkládá polyetylenová mřížka zajišťující její vysokou pevnost. Mikroperforace povrchu zajišťuje určitý stupeň prodyšnosti ($20 - 60 \text{ g/m}^2/24\text{h}$) a tudíž se řadí mezi fólie z nízkou propustností. Většina těchto fólií a membrán smí být vystavena UV záření maximálně 1 měsíc. Nejčastější zastoupení mají fólie o hmotnosti 110 g/m^2 a 140 g/m^2 . [5]

Polypropylenové membrány a fólie

Jedná se o fólie a membrány s vysokou propustností vodních par, přesahujících hodnotu $1000 \text{ g/m}^2/24\text{h}$, které se těší stále rostoucí popularitě mezi řemeslníky. Nejčastěji se skládají z vrstvy polypropylenového vlákna a polypropylenové membrány s mikropóry, která umožňuje zadržení sloupce vody o výšce $\Rightarrow 1500 \text{ mm H}_2\text{O}$. Vyznačují se vysokou odolností vůči UV záření, umožňující i 4-měsíční zpoždění pokládky krytiny. Pomocný potisk membrán zaručuje správnost pokládky. Hmotnost se pohybuje mezi 90 až 150 g/m^2 . [5]

Folie a membrány z polyesterovou vrstvou

Nejčastěji se vyskytují jako dvouvrstvé, kde jednu tvoří polyetylén (někdy s pokovenou vrstvou) a druhou polyester. Paropropustnost se pohybuje v hodnotách 300 - 2500 g/m²/24h. Odolnost vůči UV záření je do 6ti měsíců a mohou být použity pro plné bednění. [5]

Zjednodušeně můžeme podstřešní fólie a membrány rozdělit na dvě základní skupiny:

- **mikroperforované podstřešní membrány a fólie** - jedná se o typy fólií a membrán, jejichž paropropustnost je tvořena mikroperforací substrátu pomocí ožehlených válců. Mikroperforace – perforační segmenty mají za úkol perforovat pouze částečně daný materiál a tím vznikne narušení materiálu ve tvaru kanálu do jehož užší části se voda díky velikosti kapek a povrchovému napětí nedostane. Tato technologie je stále široce používána a tyto výrobky se vyrábí na kaširovacích strojích [4]
- **mikroporézní vysoce difúzní podstřešní membrány a fólie** - jedná se o vícevrstvé materiály jejichž základní funkční vrstvou je paropropustný film. Tento mikroporézní film zajišťuje paropropustnost a vodotěsnost daného kompozitu. Z obou stran je chráněn netkanou textilií popř. je tento kompozit vyztužen mřížkou popř. tkaninou na bázi polyolefinů. [4]

2.2 Výchozí suroviny pro výrobu fólií

2.2.1 Polypropylen - PP

Polypropylen je nejpoužívanější surovinou při výrobě podstřešních fólií.

Polypropylen (PP) je termoplastický polymer ze skupiny polyolefinů, používá se v mnoha odvětvích textilního průmyslu, v potravinářství a v laboratorních vybaveních. Je odolný vůči olejům, organickým rozpouštědlům a alkoholům, dobře se rozpouští v xylenech či tetrahydronaftalenu. Polypropylen vyniká velmi dobrou chemickou a mechanickou odolností. [7]

Molekulová hmotnost polymeru je jedním z důležitých parametrů

ovlivňující vlastnosti vláken, především jejich pevnost, tažnost a modul elasticity. Tavením POP granulátu a jeho zvlákňováním při vysokých teplotách dochází k degradaci řetězců, což vede k značnému snížení molekulové hmotnosti POP polymeru. [7]

Polypropylenová vlákna se vyrábějí bezbarvá, nebo se do taveniny přidávají matovací pigmenty a barviva, umožňující výrobu ve hmotě barvených vláken v různých odstínech s vysokými stálostmi. [7]

Elastické vlastnosti polypropylenových vláken se mohou měnit ve spojitosti s ostatními mechanickými vlastnostmi v širokém rozmezí hodnot. Závisí na druhu používaného polymeru, technologických podmínkách zvlákňování, dloužení a přípravě vláken pro zpracování. Posléze na technologii vlastního textilního zpracování, zejména pak na fyzikálních a chemických úpravách. Teplota tání je kolem 160 – 175°C. Teplota měknutí kolem 140 – 150°C. Polypropylenová vlákna mají nejnižší tepelnou vodivost neboli nejvyšší tepelnou izolační schopnost ze všech. Zvyšování teploty až do oblasti měknutí se současně snižuje pevnost a zvyšuje tažnost a mění se charakter průběhu pracovních křivek POP vláken. Nulová pevnost POP vláken leží v oblasti 160 – 165 °C. Doporučené teploty termofixace jsou kolem 130 – 135 °C. [7]

2.2.2 Polyester - PE

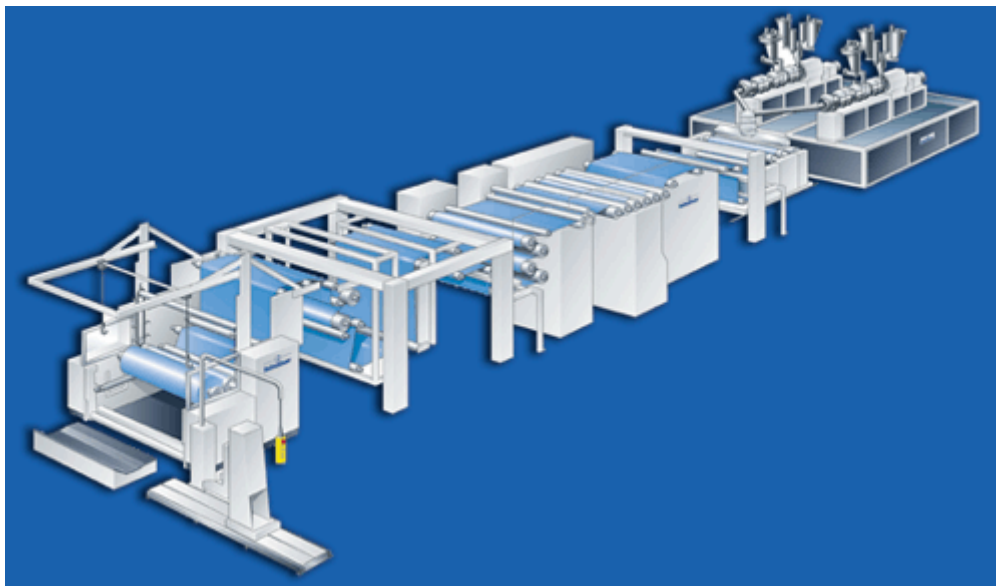
Syntetické vlákno, které je v této škále nejvíce používané. Může být vyrobeno s jakýmkoli tvarem profilu, ovlivňující vlastnosti vlákna. Vyniká dobrou pevností a odolností vůči oděru. Má vysokou tažnost, výborné zotavovací schopnosti a termickou odolnost. Při zafixování má výbornou tvarovou stabilitu. Rychle schne, výhodou je tedy snadná údržba. Mezi negativa patří nízká sorpce, vysoká žmolkovitost a výskyt elektrostatického náboje, který přitahuje prach a tím je materiál rychleji zašpiněn. Teplota měknutí polyesterového vlákna je 230°C a teplota tání je 258°C, u teplot 120°C - 130°C zůstává pevnost vláken beze změny. [8]

2.3 Trvanlivost membrán a fólií

Vzhledem k tomu, že membrány, fólie a parozábrany jsou vyráběny z polyolefinů (PP, PE), kde začátek doby rozpadu materiálů se předpokládá okolo 80 až 100 let (pokud na ně nepůsobí vliv UV záření), je jejich trvanlivost velmi dobrá. Materiály mají stanovenou dobu, jak dlouho v podmínkách ČR mohou být vystaveny UV záření po dobu montáže vlastní konstrukce (podle typu fólie je to 3 - 6 měsíců). Tzn., že do této doby musí být plně zakryty, chráněny vůči působení slunečního záření. Dle harmonizované normy EN 13589-1 jsou podle normy EN 138598-1 tyto materiály testovány na vliv umělého stárnutí, kde všechny materiály vyhovují [6].

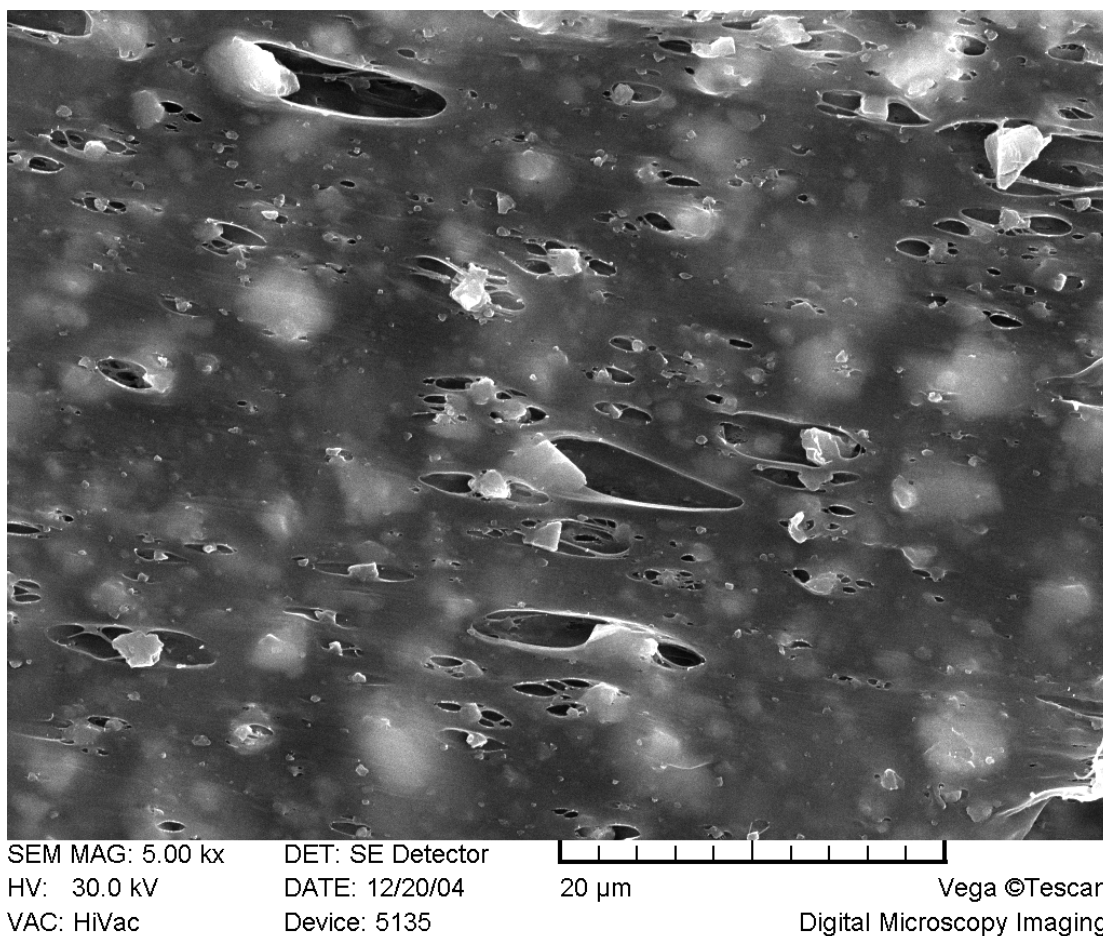
2.4 Technologický postup výroby paropropustných filmů

Paropropustný film, který je hlavní funkční složkou paropropustných membrán a fólií se vyrábí na stroji firmy Reifenhäuser. Vstupní surovina – granulát je přesně míšena s jednotlivými aditivy a speciálním mikromletým vápencem. V extruzní části je materiál převeden do formy taveniny a dále promícháván. Ta je po průchodu dalšími částmi extruze jako jsou filtrační členy, taveninové čerpadlo atd. dopravena do koextruzního bloku. Dva extrudery umožňují vyrábět filmy typu ABA, což umožňuje vysokou variabilitu ve výběru surovin a v nastavování jednotlivých složek filmu – „core“ – jádro, „skin“ – pokožka. Dále je film vytlačen plochou tryskou na chladicí válec – „chill roll“ a temperován. Film prochází měřicí jednotkou kde je měřena kontinuálně jeho tloušťka (profil) a regulována vytlačovací tryskou. Dále je film dloužen v dloužící jednotce za přesně definovaných podmínek. Zde z neparopropustného filmu vzniká film paropropustný. Film je znovu měřen – tloušťkový profil a navíjen na role. Na obrázku č. 3 je zobrazen stroj na výrobu mikroporézní filmy a na obr. č. 4 je vyjádřeno jeho schematické vyjádření. [4]



Obr. č. 3: Zobrazení stroje na výrobu mikroporézních filmů. [4]

Na obrázku č. 4 je ukázka pórů paropropustného filmu z elektronového rastrovacího mikroskopu.



Obr. č. 4: Obrázek pórů paropropustného filmu z elektronového rastrovacího mikroskopu. [4]

3 JUTA

Testované výrobky jsou dodány společností JUTA.

3.1 Historie společnosti

Historie společnosti JUTA sahá do poloviny 19. století, kdy továrny v soukromém vlastnictví vyráběly příze, tkaniny, pytle, vázací motouzy a lana z přírodních materiálů, a to převážně z juty a lnu. [4]

Po první světové válce a rozpadu Rakouska – Uherska založily v roce 1920 členské firmy v ČSR nové ústředí pro řízení jutařské výroby „JUTA, spol. s r.o., Praha“. Předmětem podnikání byl společný nákup surovin a prodej výrobků, centrální cenová politika a boj s konkurencí. [4]

Po znárodnění továren v roce 1948 byl založen státní podnik se sídlem v Praze, došlo k přičlenění několika závodů a provozoven se zastaralou konopářskou a sisálovou výrobou. V důsledku sjednocování výrobních procesů docházelo v dalším období k řadě reorganizačních změn. Některé závody byly zrušeny, případně vyčleněny. Tak podnik dosáhl 34 závodů se základní jutařskou a konopářskou výrobou. [4]

V roce 1949 bylo rozhodnuto o změně názvu na „JUTA, národní podnik, Dvůr Králové nad Labem“ a podnikové ředitelství se na přelomu roku 1950/51 přestěhovalo z Prahy do Dvora Králové nad Labem. Do roku 1992 byla organizace JUTA ve vlastnictví státu. Dnešní akciová společnost vznikla ze státního podniku privatizací v první vlně kupónové privatizace zápisem do obchodního rejstříku ke dni 1.5.1992. Na obrázku č. 5 je vidět umístění závodů firmy Juta a.s. v ČR. [4]



Obr. č. 5: Umístění závodů firmy Juta a.s. v ČR. [4]

Řada výrobků společnosti JUTA a.s. je přizpůsobena podmínkám evropských norem a na část výrobků získala certifikáty tuzemských i evropských zkušeben. Většina závodů má ISO 9 000, 14 000 a 18 000. [4]

Společnost JUTA a.s. zaujímá významnou pozici nejen na tuzemském, ale i světovém textilním trhu. Svým kladným přístupem k vývoji nových výrobků a technologií svoje místo upevňuje. [4]

4 Situace na trhu

Jelikož se na trhu nevyskytuje jen jeden výrobce, ale existuje obrovská škála různých dodavatelů, logicky z tohoto vyvstává potřeba srovnání technických vlastností materiálů mezi sebou.

Nabízí se sice prosté řešení, tj. srovnat stejné ukazatele materiálů od různých typů materiálů. To však je obrovský problém, protože výsledek určitého parametru u stejného materiálu se totiž může velice odlišovat v závislosti na tom, za jakých podmínek se daná zkouška prováděla, tj. podle které normy bylo daného výsledku dosaženo. Např. tatáž vysocedifúzní membrána může mít paropropustnost v $\text{g/m}^2/24$ hod. podle jedné normy > 600 g, podle jiné > 1200 g a podle další normy dokonce > 3000 g. A stále se jedná o jeden a tentýž ukazatel dokonce u jednoho stejného materiálu. [6]

Obdobné rozdíly ve výsledku zkoušené vlastnosti vznikají i u ostatních parametrů jako je vodotěsnost (kde se měří různým způsobem vodní sloupec či množství protečených ml), pevnost (záleží na rychlosti trhání a šíři vzorku), vytržení z hřebíku (zda z 1 nebo ze 2 hřebíků a šíři vzorku), UV stálost (jestli zkouška probíhá UVB nebo UVA lampami a za jakých podmínek), u ekvivalentní difúzní tloušťky a faktoru difúzního odporu (záleží na teplotě a % vlhkosti nad a pod zkoušeným vzorkem) atd. [6]

Řada výrobců sice u parametru příslušnou normu uvádí, ale prostý stavebník není schopen posoudit, na kolik příslušná vlastnost u tohoto výrobku je lepší či horší, než stejný parametr u jiného výrobku avšak zjištěný podle jiné normy, tj. za jiných podmínek zkoušení. Obdobným problémem srovnávání je skutečnost, že řada "rádobydodavatelů" často typ normy u příslušného parametru svého výrobku vůbec neuvádí, tudíž výsledek není vůbec možno s jiným výrobkem vůbec porovnávat. Další problém vzniká v případě, že je uváděno jen hlavní číslo normy bez uvedení oddílu a bodu normy. Přitom uvedená norma může mít několik typů zkoušení s obrovskými rozdíly ve výsledném parametru. [6]

Dokonce na trhu existují i dodavatelé, kteří uvádí i lživé informace a zneužívají situace na základě toho, že příslušný parametr výrobku si nikdo z

uživateli nemůže osobně prověřit, jelikož nevlastní příslušná velice drahá zkušební zařízení. Pokud ovšem výrobek nepošle do specializované státní zkušebny a za zkoušení neuhradí příslušné náklady. Jelikož však náklady na tato prověření jsou daleko větší než je cena vlastního materiálu na jednu běžnou střechu, vyvstává otázka zda tuto možnost vůbec někdo využije. [6]

Často tak opticky lepší výsledek parametru je fakticky méně kvalitním materiálem než výrobek sice s opticky horším výsledkem, ale zjištěným podle jiné normy s jinými podmínkami zkoušení. Uživatel výrobku se totiž často dívá jen na příslušné číslo ve výsledku parametru, vůbec nezkontroluje rozdílnost norem. V konečném důsledku tento normativní chaos zneužívají různí "rádobydodavatelé", kteří doslova balamutí laickou i poloodbornou veřejnost svými "rádobytvrzeními". [6]

V otázce srovnávání materiálů vyvstává i další skutečnost, že některé typy výsledků zkoušení nelze mezi sebou převést na základě určitého přepočítacího koeficientu. Typickým příkladem je např. "třída reakce na oheň" dle normy EN 13501-1, kde nelze přesně stanovit, která "třída hořlavosti" dle DIN 4102 (popř. ČSN 730862) je k tomuto analogií. [6]

V minulosti se též stávala i ta paradoxní situace, že pojistné hydroizolace se v rámci některých certifikací zkoušely na všechny možné vlastnosti, ale nebyla zkoušena účinnost vodotěsnosti, tj. hlavní funkce těchto materiálů. Pak se na trh bez problémů dostávaly sice materiály se zajímavou paropropustností, které však po stránce vodotěsnosti naprosto nevyhovovaly, tj. nesplňovaly základní funkci pro kterou jsou vlastně určeny. [6]

Podobně je tomu u různých výsledků zkoušení, kde jeden výrobce uvádí zkoušení podle Q norem, další podle DIN norem různých typů, další podle ČSN norem a další podle norem EN, atd. [6]

Snad i proto v EU vznikla nová harmonizovaná norma EN 13859-1&2 pro uvádění technických vlastností podstřešních membrán, fólií a parozábran, podle které by dodavatelé těchto materiálů měli příslušné výrobky testovat a v příslušných dokumentech, prospektech či návodech uvádět příslušné technické parametry výhradně podle tohoto testování. Aby tedy bylo možno vydat CE

dokument a následné výsledky parametrů byly mezi jednotlivými dodavateli vůbec porovnatelné. U řady technických dat materiálů je totiž nutno uvádět i \pm tolerance. [6]

Ale i v této normě se používají různé normy pro různé materiály, kde např. u vysoce difúzních podstřešních membrán se pro zkoušení paropropustnosti používá jiná norma, než pro nízko paropropustné podstřešní fólie, a ještě jiná norma pro zkoušení paropropustnosti parozábran. [6]

Bohužel do dnešní doby jen velice málo výrobců uvádí vlastnosti svých podstřešních hydroizolací a parozábran podle této nové normy, snad právě proto, aby odhalením skutečných vlastností svým materiálů nepoškodily své obchodní lobby. [6]

V konečném důsledku pak tedy konečný uživatel či spotřebitel narazí buď na "slušného" dodavatele, který neuvádí zavádějící či lobující parametry svých výrobků, a na základě správných výsledků je pak daný materiál skutečně vhodný do příslušné konstrukce, nebo na "rádoby dodavatelé", jež sice dodávají materiály se zajímavou cenou, ale zneužívá výše uvedenou složitou problematiku k tomu, že uvádí nesprávné či dokonce lživé parametry svých výrobků, díky čemuž pak příslušný výrobek fakticky v dané konstrukci nemá co dělat a následkem je pak nefunkčnost konstrukce a s tím spojené škody. [6]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

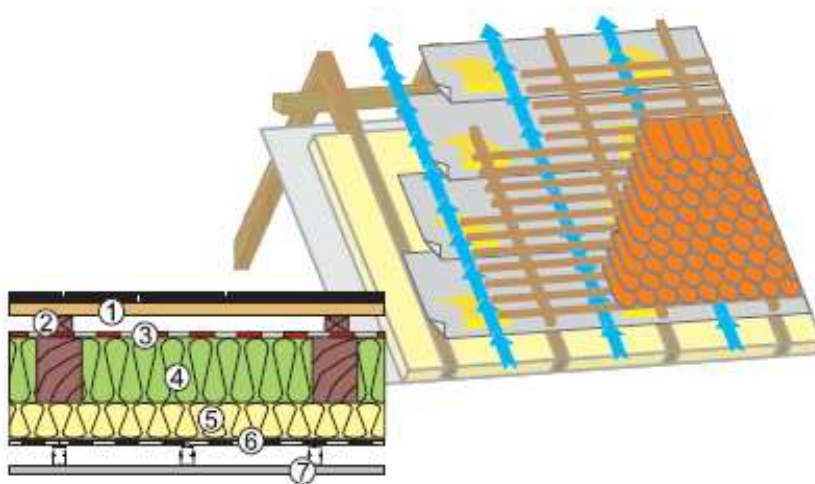
Tato část práce představuje měřené vzorky a jejich charakteristiky. Byly měřeny tyto vlastnosti: prodyšnost, hydrostatická odolnost a paropropustnost. Prodyšnost byla měřena na přístroji TexTest FX 3300, hydrostatická odolnost na přístroji SDL Atlas M018, měření paropropustnosti na přístrojích Permetest, Lyssy L80-5000 a GraviTest 6300. Měření paropropustnosti byla věnována největší část a to jak z důvodu většího množství měřících aparátů, tak z důvodu přání výrobce proměřit hodnoty paropropustnosti i za jiných než standardních normalizovaných podmínek. Tyto experimentální podmínky byly stanoveny na 23°C a 93% vlhkosti a 38°C a 90% vlhkosti. Výsledky byly zpracovány statisticky a znázorněny v grafech, dále byla provedena vzájemná korelace.

5 Testované vzorky a jejich charakteristiky

5.1 Vzorek A

- Třívrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se z difúzního filmu a dvou vrstev netkané polypropylenové textilie.
- Vhodný pro použití jako kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech bez bednění. Skladba membrány zajišťuje vodotěsnost při dešti.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin.
- Lze použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Nepodléhá hnilobě a plísni.
- Zdravotně nezávadný a plně recyklovatelný.
- Minimální možný sklon střechy je 17°. [9]

Vzorek A je lehká difúzní membrána pro fasády a šikmé střechy bez bednění. Na obr. č. 6 je zobrazena dvouplášťová skladba nebedněná.

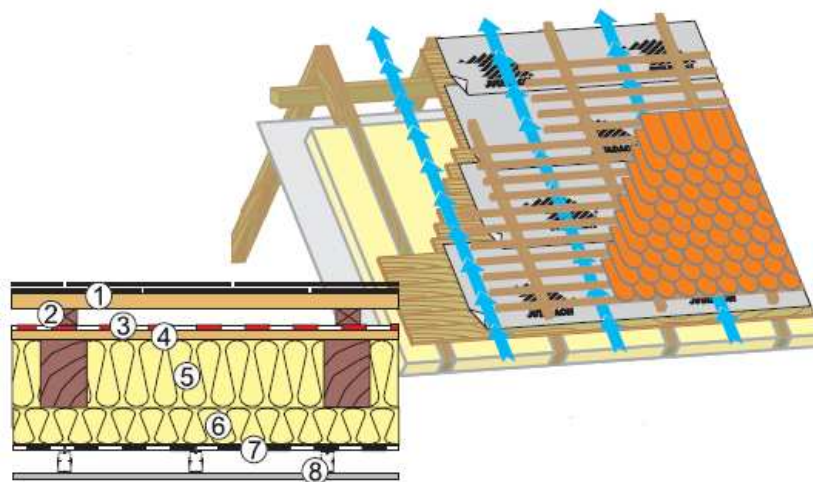


Obr. č. 6: Dvouplášťová střešní skladba nebedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera), 3. podstřešní pojistná membrána A, 4. tepelná izolace mezi krokvy, 5. tepelná izolace pod krokvy, 6. parozábrana, 7. interiérový obklad + rošt. [9]

5.2 Vzorek B

- Třívrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se z difúzního filmu a dvou vrstev netkané polypropylenové textilie.
- Je vhodný pro použití jako univerzální kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech. Lze je použít přímo na plné difúzní bednění nebo na tepelnou izolaci. Skladba membrány zajišťuje dobrou vodotěsnost při dešti.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Je vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin.
- Lze použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Nepodléhá hnilobě a plísní.
- Zdravotně nezávadný a plně recyklovatelný.
- Minimální možný sklon střechy je 17°.

Vzorek B je univerzální difúzní membrána pro fasády a šikmé střechy. Na obr. č. 7 je zobrazena dvouplášťová skladba bedněná.



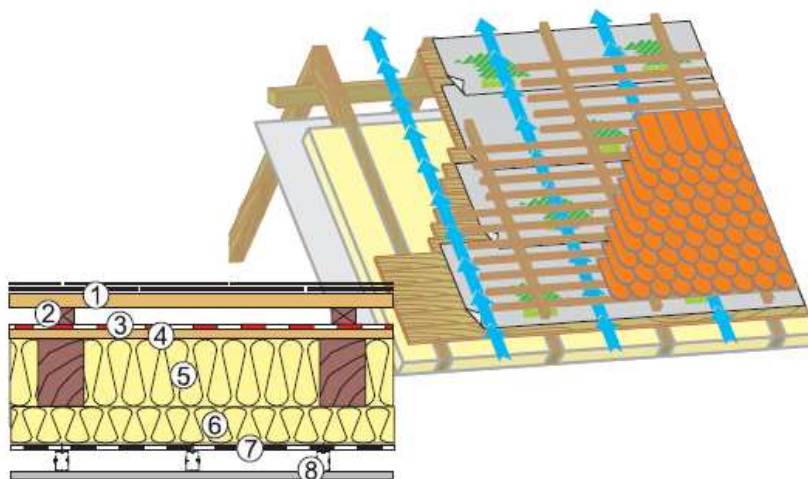
Obr. č. 7: Dvouplášťová střešní skladba bedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera), 3. podstřešní pojistná membrána B, 4. dřevěné prkenné bednění -základ, 5. tepelná izolace mezi krokvemi, 6. tepelná izolace pod krokvemi, 7. parozábrana, 8. interiěrový obklad + rošt. [9]

5.3 Vzorek C

- Ātyřvrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se z difúzního filmu a dvou vrstev netkané polypropylenové textilie a z výztužené mřížky.
- Je vhodný pro použití jako kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech. Lze je použít přímo na plné difúzní bednění nebo na tepelnou izolaci. Lze využít celou výšku krokví pro tepelnou izolaci. Robustní skladba vzorku C umožňuje použití v konstrukcích střech s velkými vzdálenostmi krokví a v konstrukcích namáhaných extrémním větrem. Má vynikající odolnost proti vytržení a proti poškození na plném bednění. Skladba membrány zajišťuje dobrou vodotěsnost při dešti.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Je vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin.
- Lze použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Nepodlěhá hnilobě a plísni.

- Zdravotně nezávadný a plně recyklovatelný.
- Minimální možný sklon střechy je 15°. [9]

Vzorek C je vysoce pevnostní difúzní membrána pro šikmé střechy. Na obr. č. 8 je zobrazena dvouplášťová skladba bedněná.



Obr. č. 8: Dvouplášťová střešní skladba bedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera), 3. podstřešní pojistná membrána C, 4. dřevěné prkenné bednění -záklop, 5. tepelná izolace mezi krokvi, 6. tepelná izolace pod krokvi, 7. parozábrana, 8. interiérový obklad + rošt. [9]

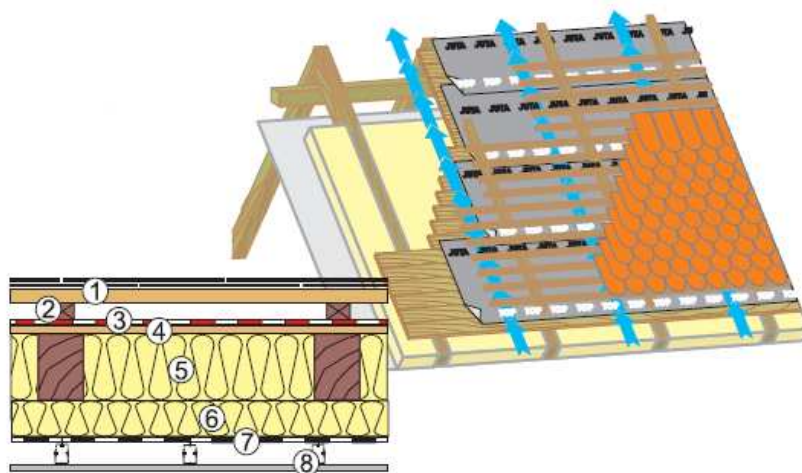
5.4 Vzorek D

- Dvouvrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se ze spodní netkané polyesterové textilie a z vrchního funkčního zátěru.
- Je vhodný pro použití jako kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech s velmi nízkým sklonem. Lze je použít přímo na plné difúzní bednění nebo na tepelnou izolaci. Lze využít celou výšku krokví pro tepelnou izolaci. Robustní skladba vzorku D umožňuje použití na plném bednění. Skladba membrány zajišťuje dobrou vodotěsnost při dešti a to pro třídu a stupeň těsnosti PHI 3A (sklon střechy až o 10° nižší než bezpečný sklon krytiny), při použití speciálních spojovacích a těsnících komponentů a při aplikaci na bednění.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Je vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a

břidlicových krytin.

- Lze jej použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Má vysokou životnost a je odolný vůči chemickým impregnacím, nepodléhá hnilobě a plísni.
- Minimální možný sklon střechy je 5°. [9]

Vzorek D je vysoce vodotěsná robustní difúzní membrána pro nízké sklony šikmých střech. Na obr. č. 9 je zobrazena dvouplášťová skladba bedněná.



Obr. č. 9: Dvouplášťová střešní skladba bedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera) + těsnící páska, 3. podstřešní pojistná membrána D, 4. dřevěné prkenné bednění -záklap, 5. tepelná izolace mezi krokvy, 6. tepelná izolace pod krokvy, 7. parozábrana, 8. interiérový obklad + rošt. [9]

Podstřešní fólie D, patří narozdíl od ostatních představených fólií mezi typy se zátěrovou vrstvou. Technologie výroby se částečně liší, proto je v následující kapitole představena.

5.4.1 Základní princip a popis technologie zátěrovaných kompozitů

Zátěrované materiály pro účely podstřešních fólií se mohou vyrábět dvěma základními způsoby.

Buď se použije jako základní funkční vrstva paropropustný film a ten se zkombinuje s dalšími tkanými nebo netkanými substráty a tak se dostane kompozit, který se zátěruje. Zátěr má zde funkci ochranné vrstvy, která zvyšuje hydrofobitu kompozitu, dále UV a termo odolnost, oděruvzdornost a další efekty. [4]

Druhý možný způsob je, že se použije technologie „crushed foam“. Jedná se o proces, kdy se vyrobí pěna, která se nanese na daný substrát. Ten se poté zasuší a za definovaných podmínek se pěna rozdrtí na kalandrovacím stroji. Tím mezi jednotlivými bublinkami v pění vytvoří trhlinky, které propojením se stanou vodíci kanálky – póry, které dokážou propustit vodní páru, nepropustí však vodu. [4]

Princip zátěrování spočívá v nánosu pasty nebo pěny na substrát a dále její zesílení popř. jiná úprava, aby se nános přetvořil na stálou vrstvu. Mnohdy se zátěrování kombinuje s dalšími technologiemi jako je fulár, což je máčení kompozitu popř. substrátu ve vodní lázni s další aktivní složkou. Může se provádět dvojí zátěrování, kdy se provede základní zátěr a ten se poté finalizuje vrchním funkčním zátěrem, který může mít efektové vlastnosti požadované na povrchu kompozitu popř. jiné funkční vlastnosti. Tato technologie je nazývána anglickým „top coating“. Dále může nános – zátěr sloužit jako spojovací vrstva třívrstvých kompozitů a další celá řada různých kombinací aplikací. [4]

Princip zátěrovaných podstřešních membrán je následující. Na substrát většinou netkanou textilií se nanese funkční vrstva. Funkční vrstva se skládá z velmi jemně našlehané chemikálie – pěny, která udělá na substrátu zdánlivě jednolitý podklad. Tato pěna nanesená řádově v tloušťce 0,5 – 1 mm obsahuje velké množství malých bublinek. Bublinky v pění musí mít úzkou distribuci velikosti, protože to má zásadní vliv na celkovou funkčnost výrobku. [4]

Kompozit se poté zasuší. Proces zasoušení musí být kontrolovaný, aby vlivem odparu vodních par nedošlo k příliš rychlému odpaření vody a tím popraskání povrchu, popř. popraskání bublinek a tvorbě kráterů. Po zasoušení je výrobek připravený na druhou část technologie a to tvorbě paropropustnosti a vodotěsnosti výrobku. V tomto kroku je pěna velmi citlivá na mechanické poškození takže veškerá manipulace musí být omezena a prováděna velmi opatrně. S výhodou se užívá dalších kroků online, pokud je toho zařízení schopno. [4]

Takto připravený kompozit je připraven řízené destrukci. Tato destrukce probíhá v kalandrovacím zařízení, kdy působením tlaku popř. teploty dojde ke

stejnoměrnému popraskání bublinek a tím vytvoření funkčnosti systému. Mezi jednotlivými bublinkami dojde k tvorbě jemných kanálků – prasklin a tím výrobek získá paropropustnost a pokud je tato destrukce provedena dobře a kontrolovaně, výrobek také získá kompresí povrchu požadovanou vodotěsnost. [4]

Poté může následovat nanášení dalších hydrofobních, nehořlavých a jiných přípravků na vlastní kompozit na fuláru, zasušení a kondenzace. Kondenzace se provádí v kondenzační peci, kdy za vysokých teplot dojde k zesíťování polymeru a tím vytvoření mechanicky pevné a stálé vrstvy na povrchu substrátu. [4]

Tato technologie se nazývá tzv. „borcená pěna“, spíše známější pod svým anglickým názvem „crushed foam“. Je to tedy mechanickým způsobem tvořená paropropustnost při zachování vodotěsnosti, kdy díky kontrolovanému popraskání velmi jemných bublinek v materiálu dojde ke vzniku trhlinek – kanálků, které jsou dostatečně velké na to, aby skrz prošla vodní pára, ale dostatečně malé na to, že voda zůstane na povrchu. K podpoření tohoto efektu, jsou do systému přidávány hydrofobizační systémy, popř. jsou dodatečně aplikovány tak, aby voda která zůstane na povrchu byla „sbalena“ do kapek díky vysokému rozdílu povrchových napětí vody a povrchu kompozitu. [4]

5.5 Vzorek E

Vysoce difúzní podstřešní fólie, chráněná netkaným rounem z obou stran, vše z polypropylenu. Určená pro šikmé nevětrané střechy. Instalace na bednění nebo na krokve bez nutnosti vytvářet vzduchovou mezeru mezi tepelnou izolací a fólií. [9]

Vzorek E je určen mimo evropský trh, konkrétně pro Austrálii a Nový Zéland a to pro svoji pojistnou absorpční vrstvu. Jedná se tedy o superdifúzní membránu s pojištěním. Pojištěním je rozuměno další vrstva netkané textilie vyrobená technologií spun-bond. Tato fólie má vysokou difúzi, tudíž vodní páry se mohou odpařovat. Pokud nastane v konstrukci velký zdroj vlhkosti, který není možné odpařit, dochází ke kondenzaci této vlhkosti a tato vlhkost je absorbována do této pojistné vrstvy netkané textilie, aby nedošlo ke zpětnému

odkapu vody. Tato situace nastane např. v Austrálii v zimním období, kdy jsou extrémní rozdíly teplot v noci a ve dne. Z tohoto důvodu nemá pro Evropu a její klimatické podmínky tato fólie opodstatnění. Z hlediska tepelně izolačních vlastností je zcela zanedbatelná. [9]

6 Sledované vlastnosti, použité přístroje a výsledky měření

6.1 Prodyšnost

Přístroj TexTest FX 3300

Tento přístroj slouží k měření propustnosti textilií pro vzduch neboli prodyšnosti. Tento přístroj (viz obr. 10) je výrobkem firmy TEXTTEST AG. Jeho princip spočívá ve vytvoření tlakového rozdílu mezi oběma povrchy testované textilie a měření takto vyvolaného průtoku vzduchu. Testovaná plocha činí 5 cm² nebo 20 cm². Jedná se o nedestrukční metodu, vzorek se vkládá vcelku. [10] Prodyšnost je dána vztahem:

$$Pr = \frac{Q}{A}, \quad (1)$$

kde Pr (l/m²/s) je prodyšnost, Q (m³/sec) je tok vzduchu, A (m²) je plocha vrstvy kolmá ke směru toku.



Obr. č. 10: Přístroj - TexTest FX 3300. [10]

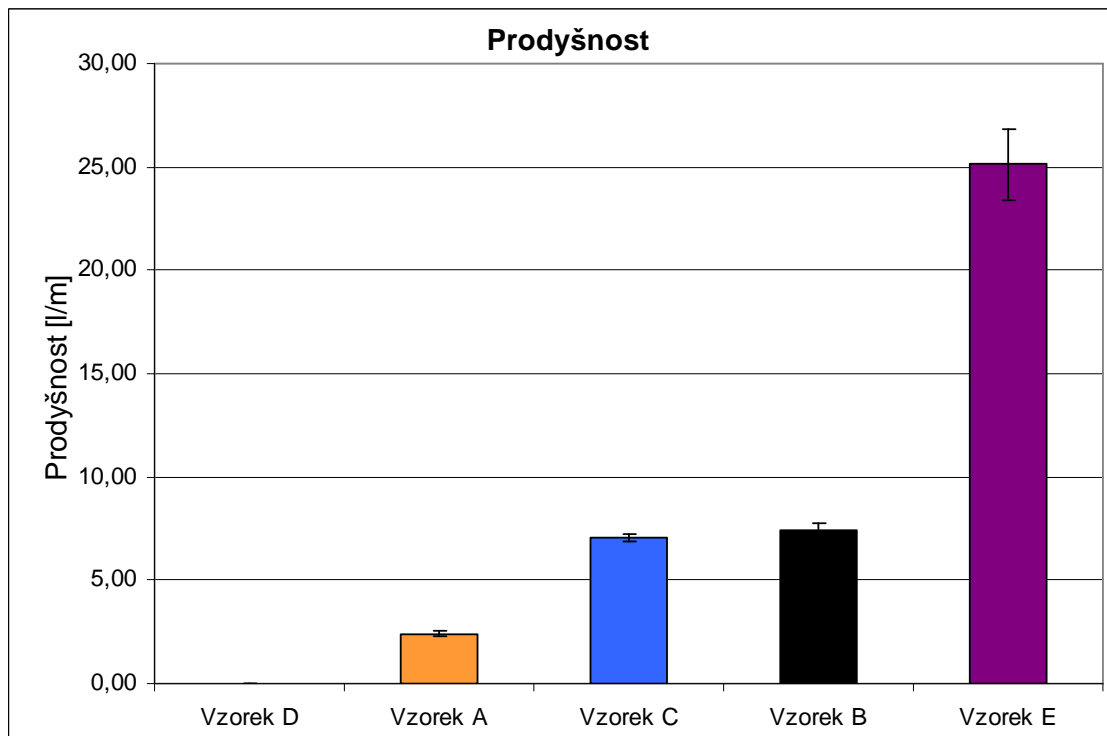
Všechny výrobky byly vkládány stranou, která je přímo pod střešní krytinou a to z důvodu simulace možného podfouknutí. Výsledky potvrdily předpoklad, že membrána D se chová jako tzv. Windstopper. Tento termín je označení pro neprodyšnou textilií.

V následující tabulce 2 jsou zobrazeny hodnoty prodyšnosti a v grafu č. 1 je porovnání prodyšnosti jednotlivých membrán.

Tabulka 2: Hodnoty prodyšnosti.

Vzorek	1.	2.	3.	4.	5.	Průměrná hodnota [l/m ² /s]
Vzorek D	windstopper					0,00
Vzorek A	2,3	2,46	2,4	2,39	2,58	2,43
Vzorek C	7,22	6,93	6,79	7,19	7,13	7,05
Vzorek B	7,21	7,18	7,95	7,5	7,42	7,45
Vzorek E	22,5	24,6	24,6	26,3	27,6	25,12

Relativně vysoký variační koeficient značí, že struktura dané fólie není příliš rovnoměrná.



Graf č. 1: Porovnání prodyšnosti jednotlivých membrán.

6.2 Hydrostatická odolnost

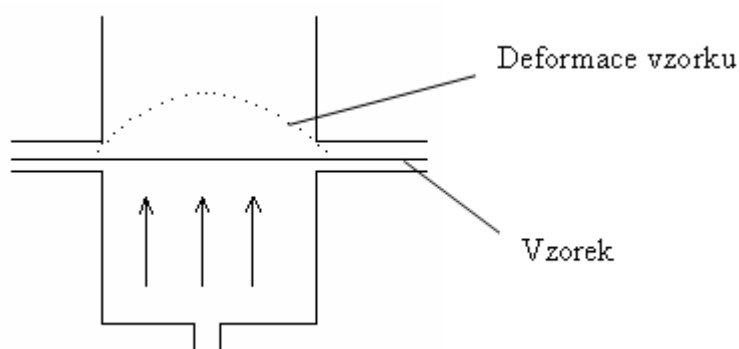
Přístroj SDL Atlas M018

Tento přístroj poměrně rychle a přesně umožňuje stanovit odolnost textilie proti pronikání vody pod tlakem. Jedná se tedy o měření výšky vodního sloupce. Měření je tlak vody úměrný výšce vodního sloupce. Tlak působí na upnutou textilií pomocí stlačeného vzduchu a vody obsažené v hlavici zásobníku přístroje. Textilie je pevně upnuta ve zkušebním zařízení. Jedná se o dynamickou metodu při níž se používá jako médium destilovaná voda. Testovací plocha je osvětlena soustavou led diod. Díky tomu lze vizuálně pozorovat pronikání vody skrz textilií. Měření je považováno za ukončené v případě, když se na povrchu testovaného vzorku objeví 3 jasné kapky proniknuté vody. Přístroj splňuje normu ISO 811, která specifikuje zjišťování odolnosti proti pronikání vody - zkouška hydraulickým tlakem. [11] Na obrázku č. 11 je zobrazen přístroj SDL Atlas M018.



Obr. č. 11: Přístroj - SDL Atlas MD018. [11]

Jedná se o destrukční metodu. Postupně se zvyšující tlak má za následek, že se pevně upnutý vzorek deformuje - vyboulí. Následuje průnik vody a měření jak bylo popsáno výše, výsledek se považuje za ukončený při 3 jasných viditelných kapkách vody. Díky této deformaci dojde k porušení membrány a tím i k ztrátě její funkce. Tyto výsledky prezentují jaký tlak vodního sloupce je schopna konkrétní membrána udržet. Na obr. č. 12 je zobrazen princip metody SDL Atlas M018.



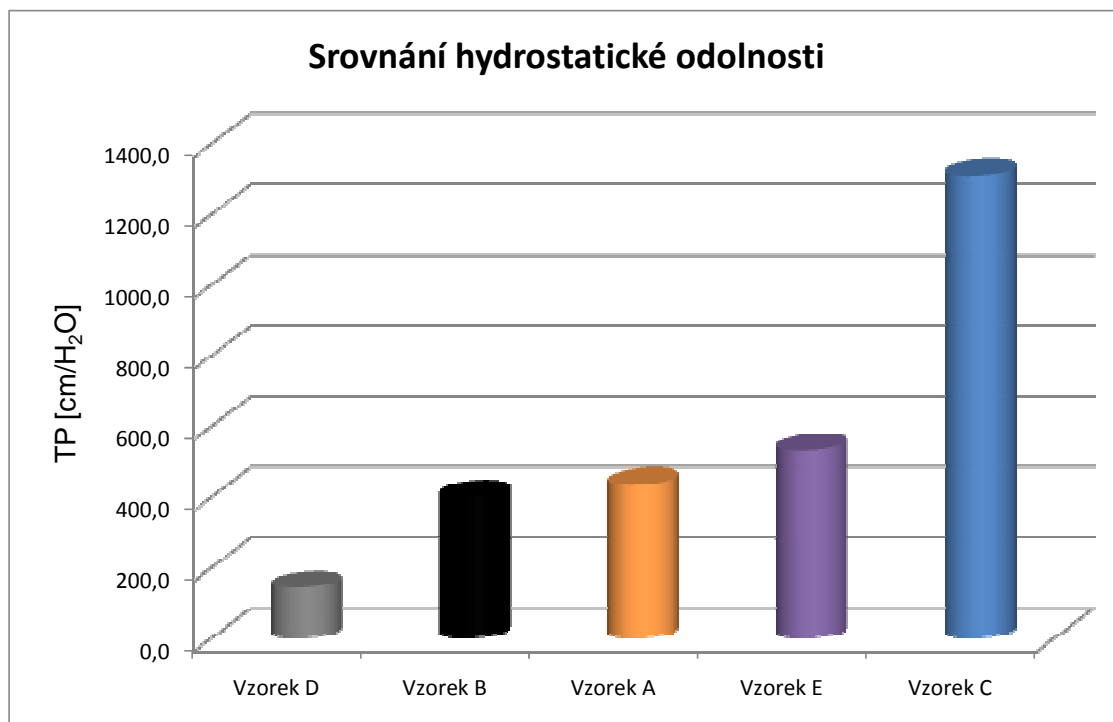
Obr. č. 12: Princip metody SDL Atlas M018.

Použití destrukční metody na SDL Atlas M018 bylo provedeno z důvodu určité simulace následující situace.

Výsledky hydrostatické odolnosti jsou zahrnuty v tabulce 3 a zobrazeny v grafu č. 2. Jak je z grafu č. 2 patrné, nejhorší výsledek má vzorek D, to však neznamená nekvalitní výrobek. Výsledek nižší hydrostatické odolnosti oproti ostatním zkoušeným membránám je dán vyšší životností této fólie.

Tab. 3: Hodnoty hydrostatické odolnosti naměřené na přístroji SDL Atlas M018.

SDL Atlas				
Vzorek	Přírůstek maximálního tlaku [cm/H ₂ O/min]	Přírůstek tlaku s časem [cm/H ₂ O/min]	Čas měření [min]	TP [cm/H ₂ O]
Vzorek D	900	60	2:22	142,1
Vzorek B	700	60	7:00	400,8
Vzorek A	600	60	7:15	434,5
Vzorek E	1500	60	8:00	532,3
Vzorek C	1500	60	13:02	1308,2



Graf č. 2: Výsledky hydrostatické odolnosti.

V případě poškození střešní krytiny slouží fólie jako pojistná hydroizolační vrstva. U střechy s nízkým sklonem může nastat případ, kdy nedojde k odtoku dešťové vody, ale k jejímu ustálení v určité výšce podobné vodnímu sloupci, to má za následek vytvoření hydrostatického tlaku. Mohou nastat případy, kdy fólie nemá oporu. Oporou je myšleno např. plné bednění. Bednění může být buď poškozeno, nebo naopak je fólie upevněna přímo na krokvích.

Rozsáhlé silné přívalové deště, které se v posledních letech stávají v naší republice standardem, jsou přímou výzvou pro tyto pojistné hydroizolační fólie. Kulturní postoj k dešti se v různých zemích liší. Převážně v mírných oblastech západního světa je déšť tradičně spojován se smutnými, splínovými a negativně laděnými významy a náladami. V suchých oblastech světa, jako jsou například některá místa Indie, je déšť vítán s radostí. Vodní kapky mají kulovitý tvar, který je proudícím vzduchem jen nepatrně deformován. V animovaných filmech a na dětských kresbách jsou kapky kresleny s ostrou špičkou, což je tvar odkapávající kapky. V takovémto tvaru kapka ovšem zůstane jen zlomek sekundy. Velké kapky jsou odspodu ploché nebo dokonce lehce duté. Obecně lze tvar vodní kapky přirovnat k lívanci. Z tohoto tvaru vyplývá velký hydraulický odpor. Vodní kapky mají průměr mezi 0,5 a 7 mm. Běžná velikost při nepřilíh

silném dešti je 1 - 2 mm. [12, 13]

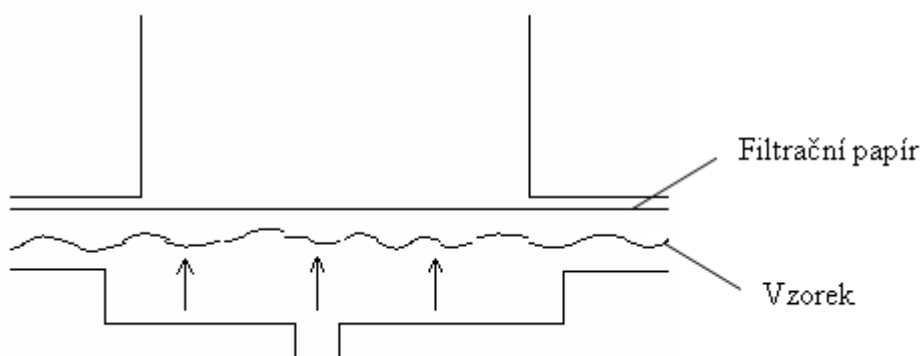
Po úvaze o dešti byla položena myšlenka, jaký může být dynamický tlak volně padající dešťové kapky. Pro následující výpočet byla uvažována velikost dešťové kapky 5 mm a následně zjištěna, že rychlost takto velké volně padající dešťové kapky se pohybuje v rozmezí 9 až 13 m/s. Ve výpočtu byla použita rychlost kapky 13 m/s. [12, 13] Výpočet dynamického tlaku volně padající kapky je popsán následujícím vztahem:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * v^2, \quad (2)$$

kde P je dynamický tlak (Pa), ρ je hustota vody (kg/m^3), v je rychlost kapky (m/s). [14] Výpočtem získáváme dynamický tlak vodní kapky to jest, kdy se její hmota přemění na tlakový efekt. Dynamický tlak vodní kapky dle výpočtu je v intervalu 40,5 - 84,5 kPa.

Zkouška W1

Všechny testované membrány splňují speciální zkoušku W1, která je přímo určená pro tyto výrobky. Tuto zkoušku stanovuje norma ČSN EN 13859-1. Norma specifikuje charakteristiky pásů a fólií podkladních a pro pojistné hydroizolace určené pod skládané krytiny dále pak specifikuje požadavky, zkušební metody a hodnocení shody výrobků s požadavky této normy. [15] Na obrázku č. 13 je zobrazen princip metody W1.



Obr. č. 13: Princip metody W1.

6.3 Odolnost proti UV záření, umělé stárnutí

Vystavením materiálů působení povětrnostních vlivů dochází po určité době k jeho nevratným změnám, zejména k poklesu mechanických vlastností, změně barvy apod. Mezi nejdůležitější atmosférické vlivy patří působení ultrafialového záření a kyslíku, tepla, vlhka, chemikálií, biologických organismů atd. Doba, po kterou je výrobek schopen plnit svoji funkci, při působení povětrnostních podmínek je označována jako jeho životnost. Životnost výrobku závisí i na jeho namáhání při používání. V případě, že není výrobek mechanicky namáhán, je schopen plnit svoji funkci i tehdy, pokud došlo k poklesu jeho mechanických vlastností stárnutím. [16]

6.3.1 Ultrafialové záření

Ultrafialové záření je elektromagnetické vlnění, jehož přirozeným zdrojem je Slunce. Slunce vyzařuje mimo ultrafialového záření, s vlnovou délkou pod 400 nm, ještě záření viditelné, s vlnovou délkou 400 až 700 nm, a infračervené, s vlnovou délkou přes 700 nm. Z celkového množství slunečních paprsků dopadne na Zem asi polovina (z toho asi 6 % UV záření). Ozónová vrstva chrání zemský povrch před průnikem nejškodlivějších složek slunečního spektra. Obecně množství UV záření závisí na ročním období, denní době, nadmořské výšce, zeměpisné poloze, odrazu paprsků a znečištění ovzduší. [17,18]

Vzhledem k odlišným účinkům UV záření různých vlnových délek se dále dělí na záření s krátkou vlnovou délkou UVC (100 až 290 nm), se střední vlnovou délkou UVB (290 až 320 nm) a s dlouhou vlnovou délkou UVA (320 až 400 nm). [17]

UVA záření

Ultrafialové záření typu A je nejméně nebezpečné. Z celkového množství UV záření, které dopadne na zem, je 95 % v této spektrální oblasti. UVA záření proniká poměrně hluboko do kůže. V rozumném množství je pro lidské tělo potřebné – tvorba vitaminu D, posílení metabolismu atd., ale v opačném případě vede k degenerativním procesům kůže – pigmentové skvrny, vrásky a v některých případech až k rakovině kůže. [17,18]

UVB záření

Ultrafialové záření typu B je asi 1000x nebezpečnější. Částečně je UVB záření filtrováno ozónovou vrstvou a částečně dopadá na zemský povrch. Neproniká tak hluboko do kůže jako UVA záření, proto vede spíše k povrchovému poškození kůže – zarudnutí, úpal atd. [17,18]

UVC záření

Ultrafialové záření typu C je karcinogenní a nebezpečné pro všechny živé organismy. UVC záření je zcela absorbováno ozonovou vrstvou, ale v případě vytvoření ozónové díry může dojít k jeho průniku na zemský povrch. [17]

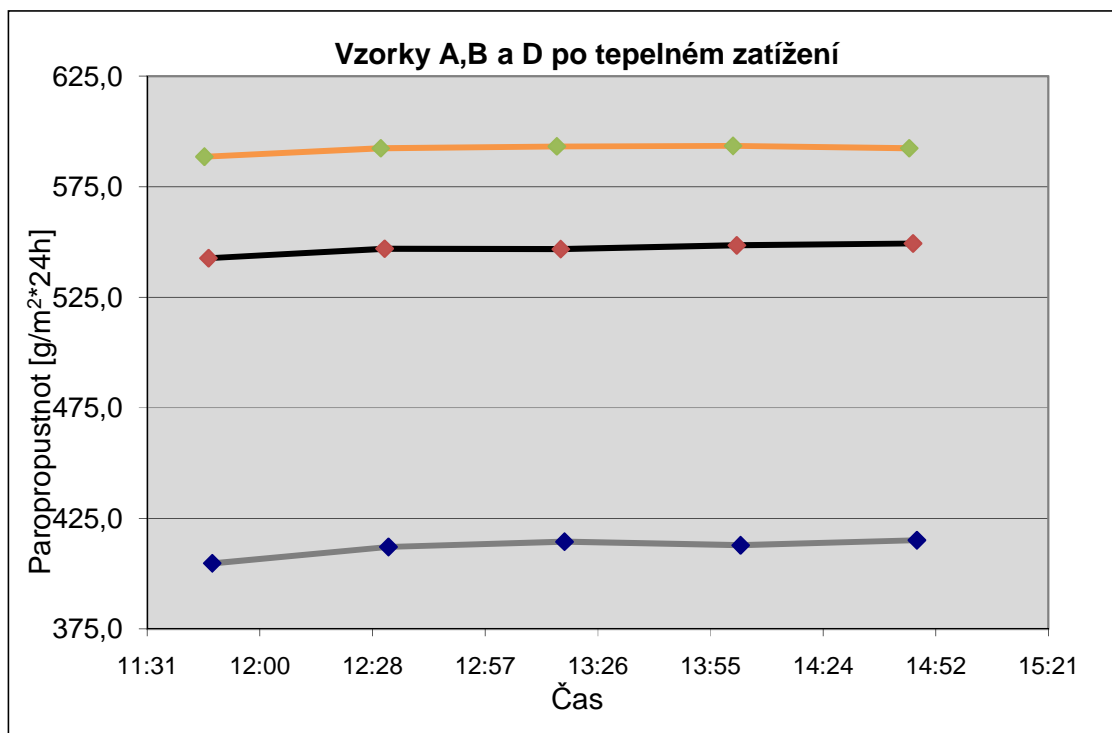
6.3.2 Degradace materiálů

Zkouška přirozeného stárnutí neboli degradace materiálů se dá provést přímým vystavením materiálů povětrnostním vlivům, zahrnujícím komplexní vliv různých faktorů. Tato zkouška je časově velice náročná, ale poskytuje spolehlivé údaje o průběhu degradace. [19,17]

Všechny dodané výrobky obsahují tzv. UV stabilizátory a byly testovány na tzv. umělé stárnutí, které probíhá dle EN 13859-1, EN 1297, EN 1296. Vzorky A, B, D byly podrobeny působení UVA záření pomocí speciálních lamp při 50°C po dobu 336 hodin. Následně byly vzorky vystaveny teplotě 70°C po 90 dní, poté byly proměřeny hodnoty paropropustnosti na přístroji Gravitest. Po tomto testu nesmí dojít k porušení vodotěsnosti a základním vlastnostem.

Zkouška potvrdila, že se tyto hodnoty po vystavení UV záření a zvýšené teplotě nezmění. Vliv teplotní expozice testovaných vzorků na jejich paropropustnost a hydrostatickou odolnost není prakticky žádný. Teplota do 100°C nemá žádný vliv, nedochází k žádnému poškození fólie. Degradace materiálu začíná až při teplotách tání POP a PE.

Na přístroji GraviTest 6300 jehož princip je popsán v další kapitole, byly změřeny hodnoty paropropustnosti A, B a D po teplotní zkoušce a záření UV. Zkouška paropropustnosti byla provedena za podmínek 23°C a 50% vlhkosti, její výsledky jsou v grafu č. 3.



Graf. č. 3: Vzorky A, B a D po tepelném zatížení.

Tab. 4 a 5: Hodnoty paropropustnosti před tepelným a UV zatížením a po zatížení.

Vzorek A		
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka
23/50 před UV	660,69	3,37
23/50 po UV	592,04	1,7

Vzorek B		
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka
23/50 před UV	553,46	1,98
23/50 po UV	546,87	2,28

Tab. 6: Hodnoty paropropustnosti před tepelným a UV zatížením a po zatížení.

Vzorek D		
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka
23/50 před UV	300,55	2,62
23/50 po UV	411,78	3,74

Při porovnání výsledných hodnot lze konstatovat, že vliv teploty a UV nemá za následek změnu užitečných vlastností fólií. Pokles byl zaznamenán u vzorku D, který má na sobě zátěr, protože všechny tyto vzorky jsou vysoce difúzní nemá tento pokles vliv na funkčnost a zcela vyhovuje.

6.4 Paropropustnost

Vlhkost a její měření

Vlhkost vzduchu udává obsah vodní páry v jednotkovém objemu vzduchu, který je v reálném stavu směsí suchého vzduchu a vodní páry, přičemž je závislá na teplotě. Při měření se obvykle používá některá z následujících jednotek: [20]

- Absolutní vlhkost Φ : udává hmotnost vodní páry v jednotce objemu vzduchu s obvyklou jednotkou gram na krychlový metr [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]. Jedná se tedy o měrnou hmotnost P_p . Obsah vodní páry ve vzduchu je omezený. Vzduch se vodní parou nasytí a další vlhkost již nepřijímá. Konkrétní hodnota vlhkosti závisí především na teplotě, s rostoucí teplotou roste. Absolutní vlhkost je dána vzorcem:

$$\Phi = \frac{m}{V} \quad (3)$$

kde Φ je absolutní vlhkosti ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$), m je hmotnost (g), V je objem (m^3). [20, 21]

Spousta jevů souvisejících s vlhkostí vzduchu (tvorba vodních srážek) nezávisí na absolutní vlhkosti vzduchu, ale na tom, jak se stav vodní páry obsažené ve vzduchu liší od stavu syté páry (což je maximální hodnota absolutní vlhkosti při dané teplotě). [11, 22]

- Relativní vlhkost \varnothing : udává poměr mezi skutečným a maximálním, nasyceným obsahem vody ve vzduchu. Udává se v procentech (%RH, %RV). Relativní vlhkost vyjadřuje tedy procentní nasycení suchého vzduchu vodní parou při dané teplotě. Z toho vyplývá, že suchý plyn má relativní vlhkost 0% a nasycený plyn vodní parou 100%. Tlak plynu je dán součtem parciálních tlaků jednotlivých složek. Tlak vlhkého plynu můžeme rozdělit na parciální tlak vodní páry a parciální tlak ostatních plynů. Parciální tlak vodní páry P_p může sloužit k určování vlhkosti. K určení vlhkosti plynu pomocí tlaku ještě potřebujeme znát hodnotu teploty a celkového tlaku

plynu. Tímto způsobem se častěji vyjadřuje relativní vlhkost jako poměr parciálního tlaku vodní páry P_p k parciálnímu tlaku nasycené vodní páry $P_{p''}$ při stejné teplotě. [20]

Relativní vlhkost je dána vztahem:

$$\phi = 100 \frac{\Phi}{\Phi_n}, \quad (4)$$

kde ϕ je relativní vlhkost (%), Φ je absolutní vlhkost (g.m^{-3}), Φ_n je absolutní vlhkost vzduchu nasyceného vodními parami (g.m^{-3}). [21]

Relativní paropropustnost je dána vztahem:

$$p = 100 \left(\frac{q_v}{q_o} \right), \quad (5)$$

kde p je relativní paropropustnost (%), q_o je tepelný tok vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu q_v . [20]

Parciální tlak je podíl na celkovém tlaku směsi plynů, který vyvozuje jeho jedna složka. Součet parciálních tlaků všech složek je roven celkovému tlaku směsi.

Dífuze je proces rozptylování se částic v prostoru. Veškeré látky mají tendenci přecházet z prostředí se svou vyšší koncentrací do prostředí s nižší koncentrací. Přírozenou vlastností látek je, že pokud se její částice mohou pohybovat tak se rozptylují do celého prostoru, kterého mohou dosáhnout, a postupně ve všech jeho částech vyrovnají svou koncentraci.

Vodní pára je vysoce radiačně aktivní plyn mající vysoký význam při procesech pohlcování záření a vydávání vlastního záření. Fázové změny skupenství, které se odehrávají na zemském povrchu, jsou spojeny s toky tepla spotřebovaného při výparu a jsou důležité pro výměnu energie mezi zemským povrchem a atmosférou. [26]

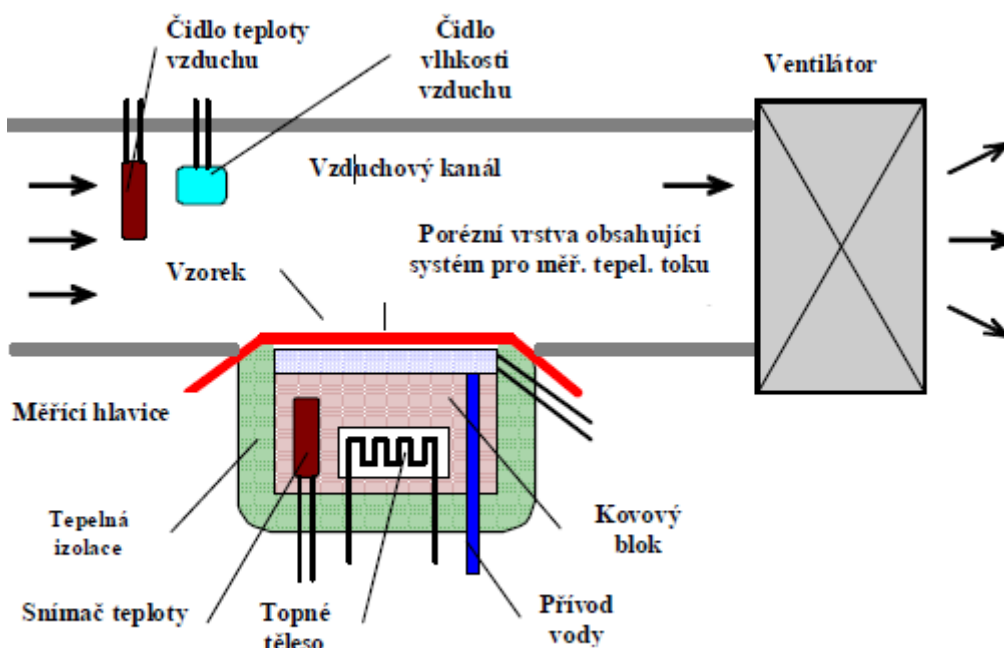
V tabulce 7 je uvedena závislost parciálních tlaků nasycených vodních par na teplotě.

Tab. 7: Závislost parciálních tlaků nasycených vodních par na teplotě.

Teplota [°C]	Parciální tlak nasycených vodních par [Pa]
20	2337
21	2486
22	2642
28	3778
35	5622
40	7375

6.4.1 Permetest

PERMETEST, jehož schéma je znázorněno na obr. č. 10, je speciální přenosný přístroj, který umožňuje rychlé a nedestrukční měření paropropustnosti a tepelného odporu zejména oděvních materiálů. Přístroj je svou podstatou tzv. SKIN MODEL malých rozměrů založený na přímém měření tepelného toku procházejícího povrchem tohoto tepelného modelu lidské pokožky. Výhodou u tohoto přístroje je krátká doba měření a je možné měření provádět v jakýchkoliv běžných klimatických podmínkách. Povrch modelu je porézní a zavlhčován. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek, jehož vnější strana je ofukována. Měřicí hlavice (skin model) je při měření výparného odporu a paropropustnosti pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržován na teplotu okolního vzduchu (obvykle 20 - 23 °C), který je nasáván do přístroje. Tím jsou zajištěny izotermické podmínky. Při měření se pak vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která prochází přes separační fólii vzorkem. Příslušný výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem. Jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu. V obou případech se měří tepelný tok bez vzorku, poté znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající tepelné toky. Při měření tepelného odporu textilního vzorku je suchá měřicí hlavice udržována na teplotu o 10 – 20°C vyšší než je teplota okolního vzduchu. [23]



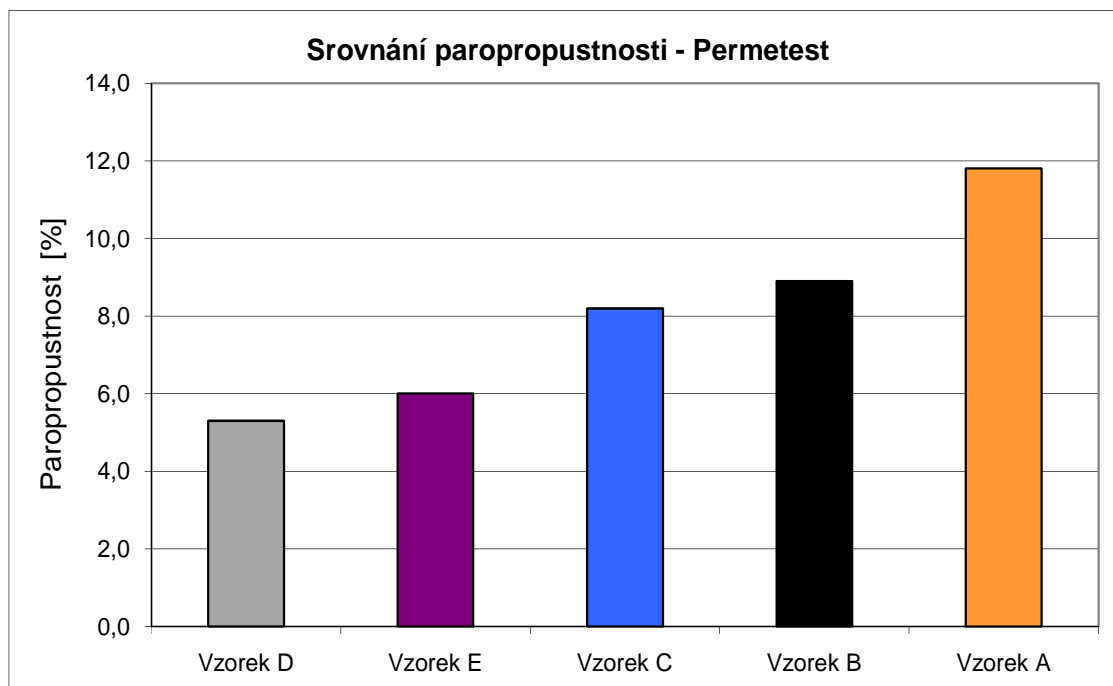
Obr. č. 14: Přístroj Permetest. [23]

Jak již bylo zmíněno přístroj Permetest je založen na principu tzv. SKIN MODELU, který je především určen pro měření hodnot paropropustnosti oděvních materiálů, ale je ho také možné použít na technické textilie. Díky této rychlé a nedestrukční metodě bylo provedeno měření i na těchto technických textiliích s cílem následného porovnání s certifikovanými metodami pro tyto technické fólie. Univerzálnost přístroje a možnost změřit i hodnoty výparného odporu byly zpracovány a jsou zobrazeny v tabulce 8 a tab. 9 jejich srovnání v grafu č. 4 a grafu č. 5.

Tab. 8: Hodnoty paropropustnosti.

Vzorek	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C	Vzorek E	Vzorek D
Paropropustnost [%]	11,8	8,9	8,2	6,0	5,3
CV [%]	3,7	3,4	22,6	6,6	16,5

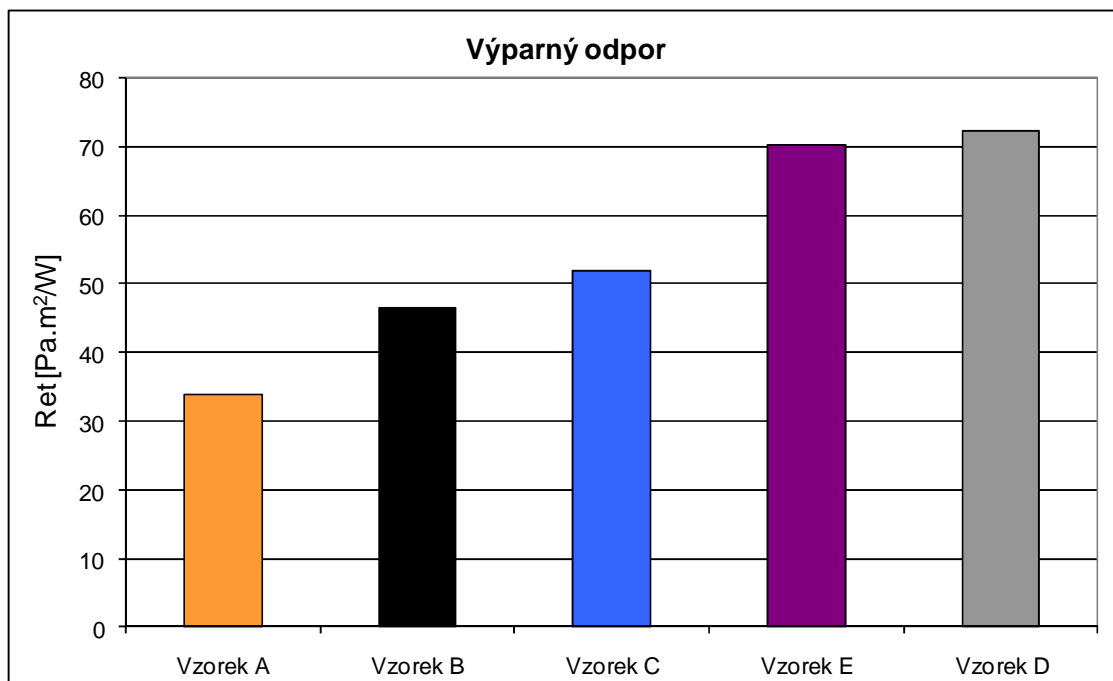
Vysoký variační koeficient u vzorku C a D je dán nerovnoměrností struktury textilie. Vzorky C a D jsou vyztužený pomocnou armovací mřížkou. Z tohoto důvodu je paropropustnost v místě této mřížky omezena a dochází pak tedy k výkyvům v měření.



Graf č. 4: Srovnávání paropropustnosti.

Tab. 9: Hodnoty výparného odporu.

Vzorek	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C	Vzorek E	Vzorek D
Ret [Pa.m ² /W]	34	46,6	52	70,3	72,3



Graf č. 5: Porovnání výparného odporu.

Porovnáním grafů č. 4 a 5 byl ověřen fakt, že čím vyšší je výparný odpor tím nižší je hodnota paropropustnosti. Výparný odpor začíná být celosvětově

uznávaným ukazatelem, řídící se normou ISO 11092.

6.4.2 Lyssy L 80-5000

Metoda testování propustnosti vodní páry vyvinutá společností PBI-Dansensor Lyssy je založena na ALO kapacitním senzoru, který měří relativní vlhkost v horní komoře. Míra propustnosti je měřena při průchodu vodní páry ze spodní komory naplněné vodou do horní komory přes měřený vzorek, který obě komory odděluje. [24]

Měření začíná tím, že horní komora je nejprve vysušena proudem vzduchu na definovanou úroveň, která obvykle je 9,9 % Rh (vysoušecí vzduch je dodáván pumpou přes silikonový filtr). Pomocí několika vysoušecích cyklů je měřený vzorek nasycen na požadovanou úroveň - počet cyklů závisí na vlastnostech měřeného vzorku. Následně jsou uzavřeny průtokové ventily a měří se čas potřebný k dosažení vlhkosti. Tento parametr je vyjádřen v g/m²/24h. Měřicí cykly se automaticky opakují. [24]

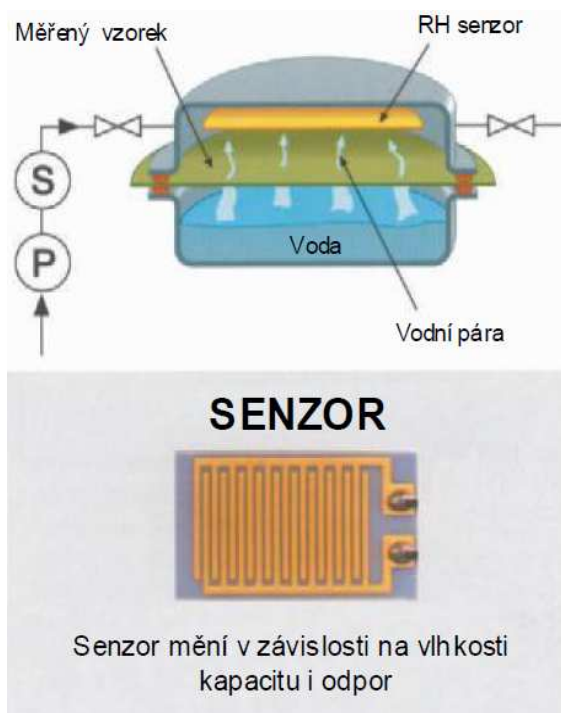
Jednou z největších výhod Lyssy senzorů je umístění senzoru přímo v komoře. Díky tomu není potřeba odsáváním pomocí pumpy odebírat vzorek vodní páry z horní komory. Další výhodou Lyssy senzorů je stálost podmínek v komoře, která je důležitá v případě, kdy měříme průtok vodní páry přes měřený vzorek. [24]

Měřený vzorek je připevněn na samolepící testovací kartu a z obou stran je utěsněn pomocí těsnících O kroužků. Díky tomu již není zapotřebí používat žádná utěšňovací maziva, která by mohla testovací plochu poškodit či znečistit. Jakékoliv možné úniky jsou elektronicky korigovány. [24]

Na obrázku č. 15 je zobrazen senzor propustnosti vodní páry L 80-5000 Lyssy a na obrázku č. 16 je jeho schéma.

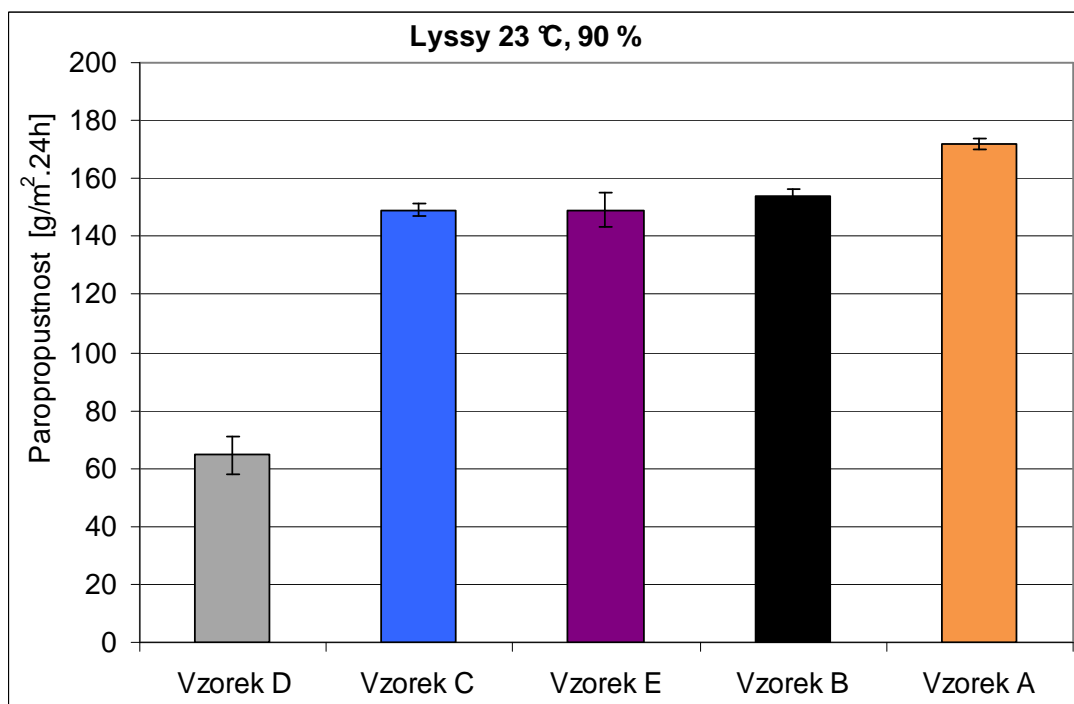


Obr. č. 15: Senzor propustnosti vodní páry L 80-5000 Lyssy. [24]

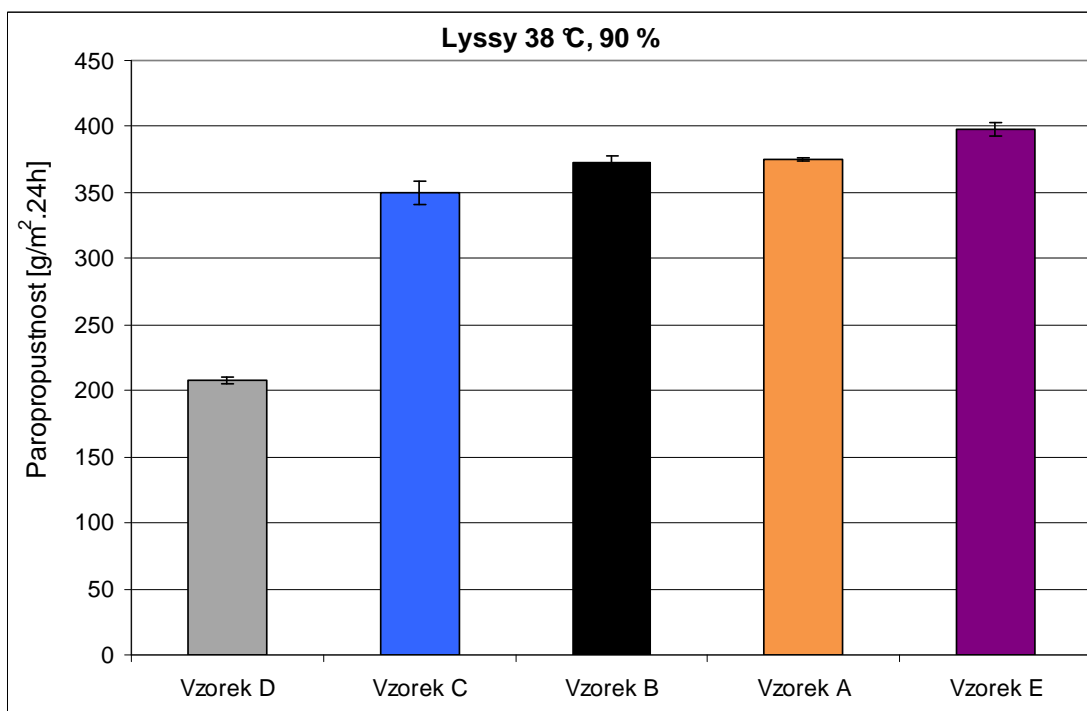


Obr. č. 16: Schéma senzoru propustnosti vodní páry L 80-5000 Lyssy. [24]

V následujících grafech č. 6 a 7 je zobrazeno porovnání hodnot paropropustnosti z přístroje Lyssy.



Graf. č. 6: Srovnání paropropustností při metodě 23°C, 90% vlhkosti



Graf. č. 7: Srovnání paropropustností při metodě 38°C, 90% vlhkosti.

Přístroj Lyssy je v podniku Juta a.s., umístěn přímo v provozu. Slouží tedy k přímé kontrole výrobku po skončení výrobního cyklu a lze jej také použít v případě mezioperační kontroly. Obsluha přístroje je jednoduchá, výsledky měření jednotlivých vzorků jsou vyhodnoceny zhruba do 30min.

6.4.3 GraviTest 6300

Měření metodou GraviTest 6300 spočívá v upevnění kruhového vzorku textilie na misku obsahující silikagel, zvážení misky se vzorkem před expozicí v klimatizační skříni, následné zvážení po určité časové expozici a výpočtu relativní propustnosti dle vztahu:

$$Pr_{el} = \frac{G1 - G0}{G0} [\%] \quad (6)$$

nebo také propustnosti absolutní

$$P_{abs} = \frac{G1 - G0}{S \tau} \quad [\text{kg/m}^2 \text{ hod}] \quad (7)$$

Zásady měření touto metodou definuje norma ČSN EN ISO 12572. Tato norma stanoví metodu založenou na miskových metodách, stanovení

propustnosti vodní páry stavebních výrobků a stavebních materiálů za izotermických podmínek. Uvedený postup je použitelný pro všechny hygroskopické a nehygroskopické stavební materiály a výrobky včetně opláštěných. Z důvodu zvýšené nejistoty výsledků zkoušek nelze tuto normu použít v případě zkušebních vzorků s hodnotou ekvivalentní difúzní tloušťky-ekvivalentní vzduchové vrstvy tloušťky menší než 0,1 m. Pokud je ekvivalentní difúzní tloušťka - tloušťka ekvivalentní vzduchové vrstvy větší než 1500 m, může být materiál považován za nepropustný. Výsledky získané touto metodou jsou použitelné pro účely návrhu, řízení výroby a pro specifikace výrobků.

GraviTest umožňuje vysokou přesnost gravimetrických měření propustnosti vodní páry. Tento přístroj splňuje mezinárodní normy: ASTM E96, ISO 2528, EN ISO 12572, EN 1931, BS 3177, DIN 53122 a další. [25]

Přístroj GravitTest 6300 slouží ke stanovení paropropustnosti polymerních filmů, jiných plochých materiálů, tkané, netkané, potažené textilie, pásy, hygienické textilie a prostředky, zdravotnického materiálu i materiálů ze stavebnictví a další. Na obrázku č. 17 je zobrazen přístroj GraviTest a na obrázku č. 18 jsou zobrazeny vzorky ve vážících miskách v přístroji GraviTest.

Přístroj automaticky vyhodnocuje základní statistické výsledky, zakresluje vývoj paropropustnosti jako funkci času do grafů, přímo do tabulkového procesoru Excel. Výsledky jsou přehledně zpracovány a mají jasnou vypovídající hodnotu.



Obr. č. 17: Přístroj GraviTest. [25]

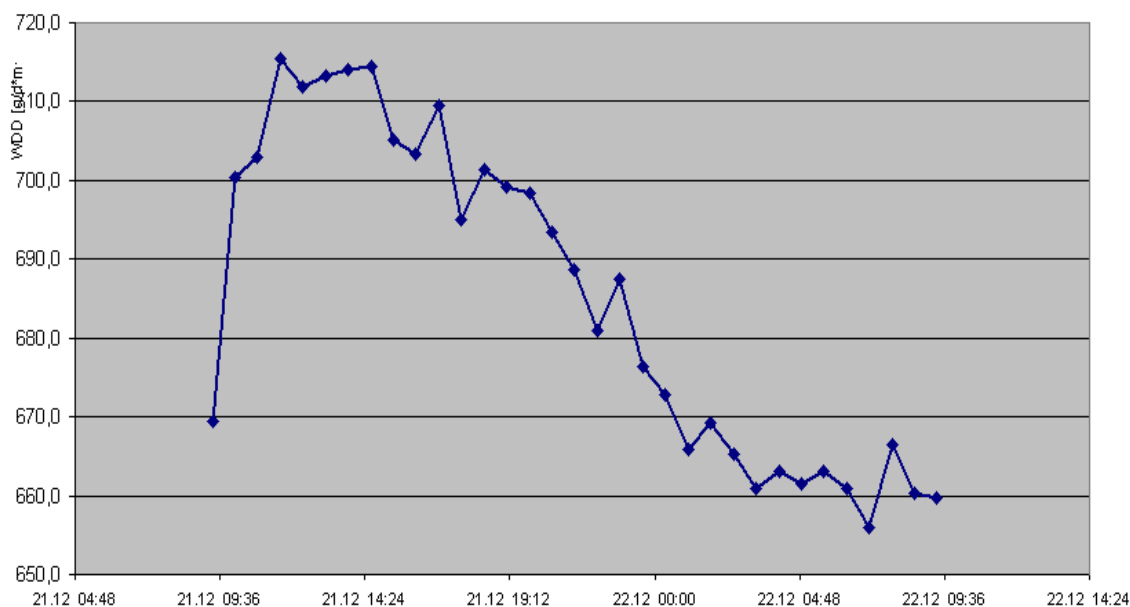


Obr. č. 18: Vzorky ve vážících miskách přístroji GraviTest. [25]

Hnací síla je dána 50% vlhkostí, respektive lze si tuto vlhkosti nastavit. Jedná se tedy o tzv. gradient vlhkosti.

Na přístroji GraviTest 6300 byly proměřeny hodnoty paropropustnosti všech vzorků a to při třech podmínkách. Za prvé 23°C a 50 % vlhkosti, tyto vstupní parametry normalizované, tedy základní podmínky pro testování podstřešních fólií. Další dvě podmínky 23°C, 93% vlhkosti a 38°C, 90% vlhkosti byly zadané experimentálně. Poslední uvedená podmínka spadá do hygienické normy ASTM. Tyto zkušební podmínky byly stanoveny na základě požadavku výrobce.

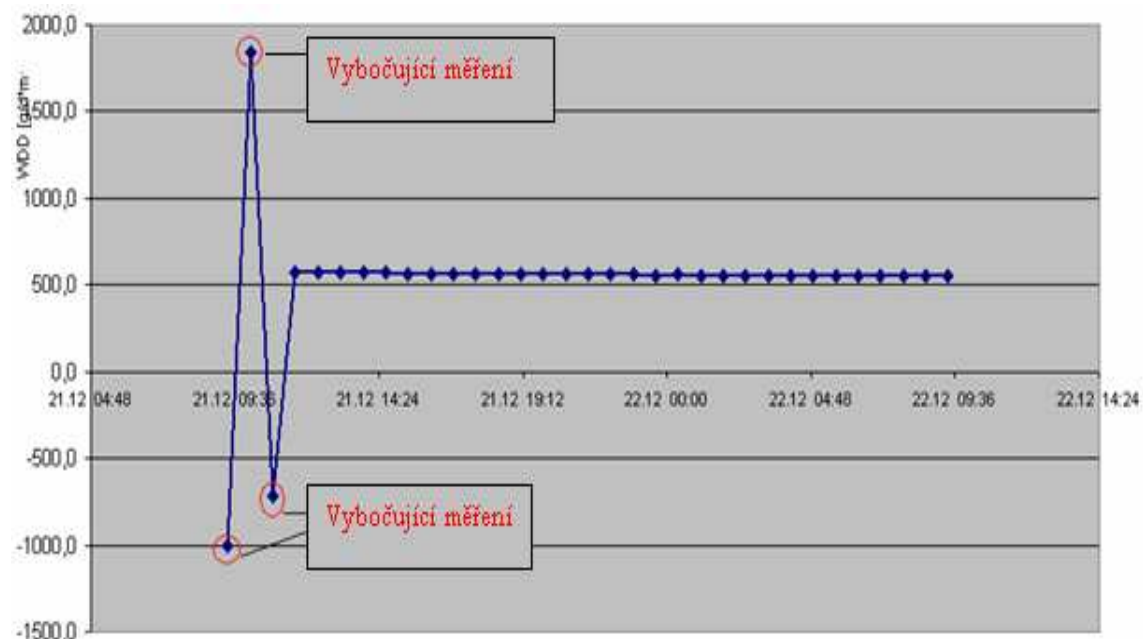
Průběh vývoje paropropustnosti v čase vzorku A za metody 23°C, 50% vlhkosti je znázorněn v grafu č. 8. Po prvotním nárůstu paropropustnosti dochází v několika hodinách k postupnému ustalování. Dle normy je konečný průměr měření brán z posledních 5 měření, kdy materiál nevykazuje odchylky větší než $\pm 3\%$ od průměru.



Graf. č. 8: Vzorek A - měření paropropustnosti při podmínkách 23°C a 50% vlhkosti.

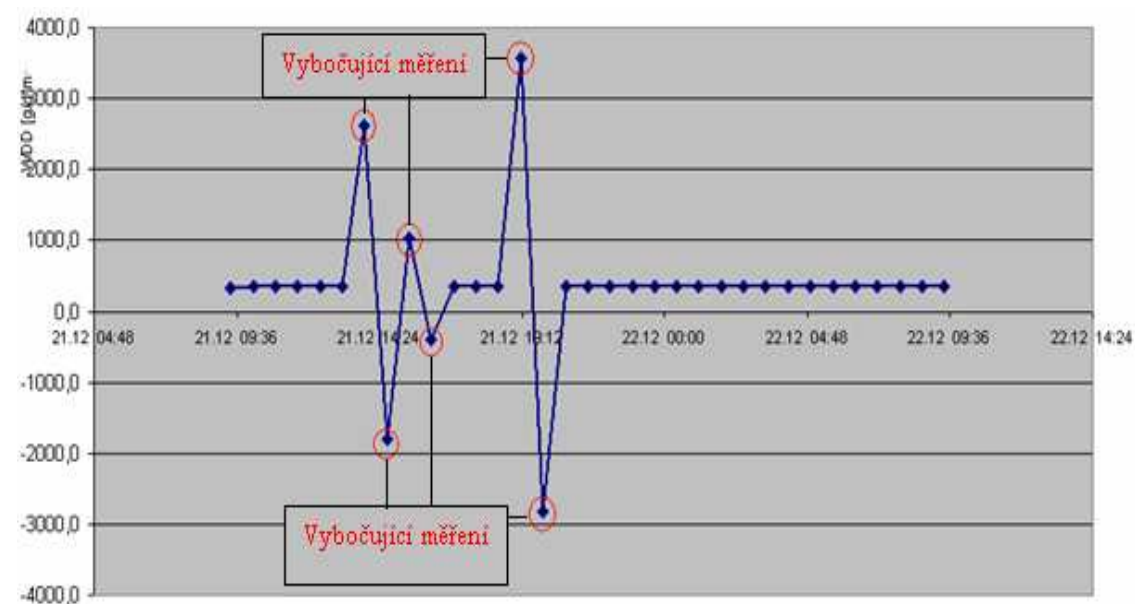
Na grafu č. 9 je průběh paropropustnosti vzorku B, který se liší od vzorku A především plošnou hmotností a výraznějším vzorem dosaženého na kalandrovacím zařízení. Na začátku měřicího cyklu došlo ke zřetelnému výkyvu, který je v grafu jasně označen jako vybočující měření. Hypotézy o tom co tyto výkyvy způsobilo, jsou popsány dále. V tomto případě nebyl konečný

průměr tímto výkyvem ovlivněn.



Graf. č. 9: Vzorek B - měření paropropusnosti při podmínkách 23°C a 50 % vlhkosti.

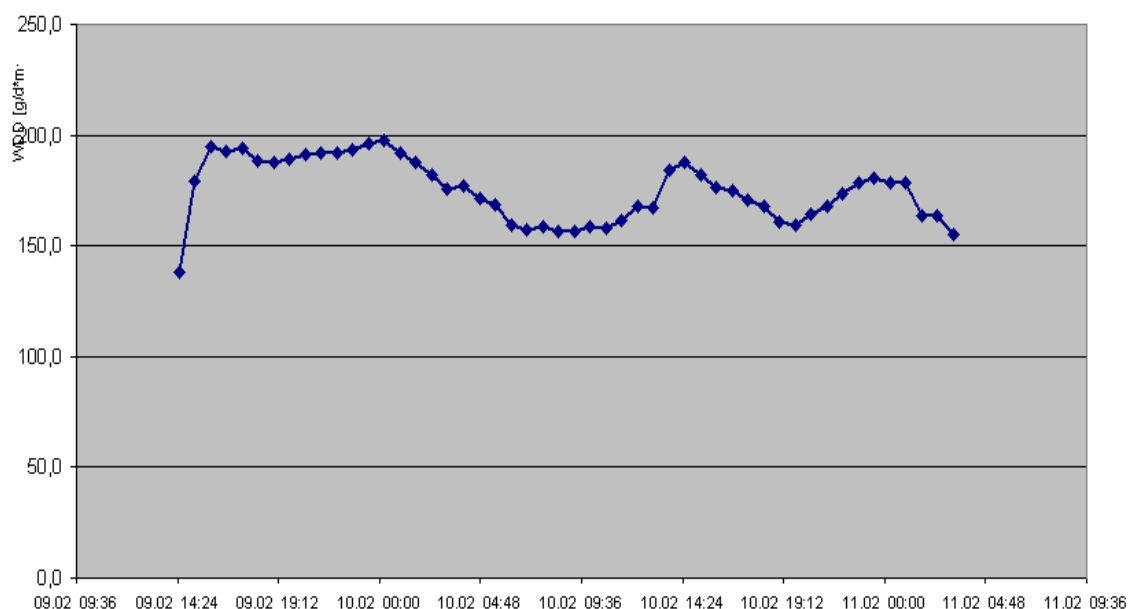
Další graf č. 10 zobrazuje průběh měření vzorku E i u tohoto měřeného vzorku došlo k vybočujícím hodnotám, které ale neměly vliv na konečný výsledek vzhledem k normalizovanému výpočtu průměru z posledních pěti hodnot.



Graf. č. 10: Vzorek E - měření paropropusnosti při podmínkách 23°C a 50 % vlhkosti.

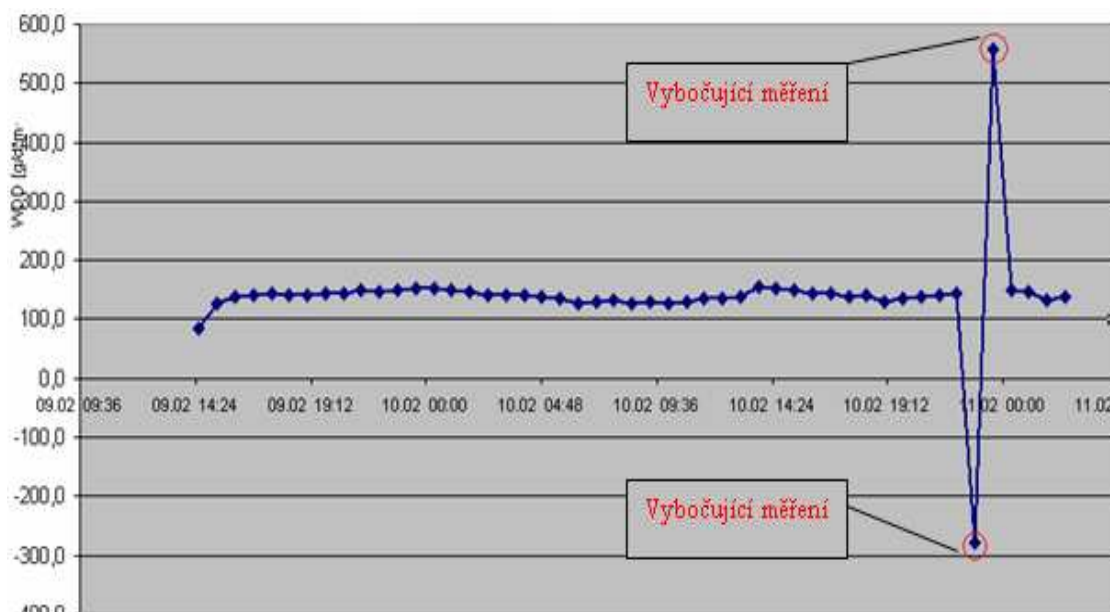
U ostatních vzorků nedošlo k žádným takovýmto vybočujícím hodnotám a chovaly se podle předpokladů. Jejich vlastnosti byly tedy ověřeny a shodovaly se s katalogovými údaji a jejich grafy jsou uvedeny v příloze č. 2.

V dalším cyklu byly v přístroji nastaveny podmínky měření na 23°C a 93% vlhkosti, kde se tedy jednalo o nárůst vlhkosti. Protože se nejednalo o normalizované podmínky měření, byl nastaven výpočet průměru z posledních 10 hodnot, pro přesnější výsledek. Přístroj však nastavené podmínky nedokázal udržet, teplota byla 23,7°C a vlhkost 88,4%. Přestože zejména vlhkost nedosáhla požadované hodnoty, byly výsledky uznány pro další zpracování.



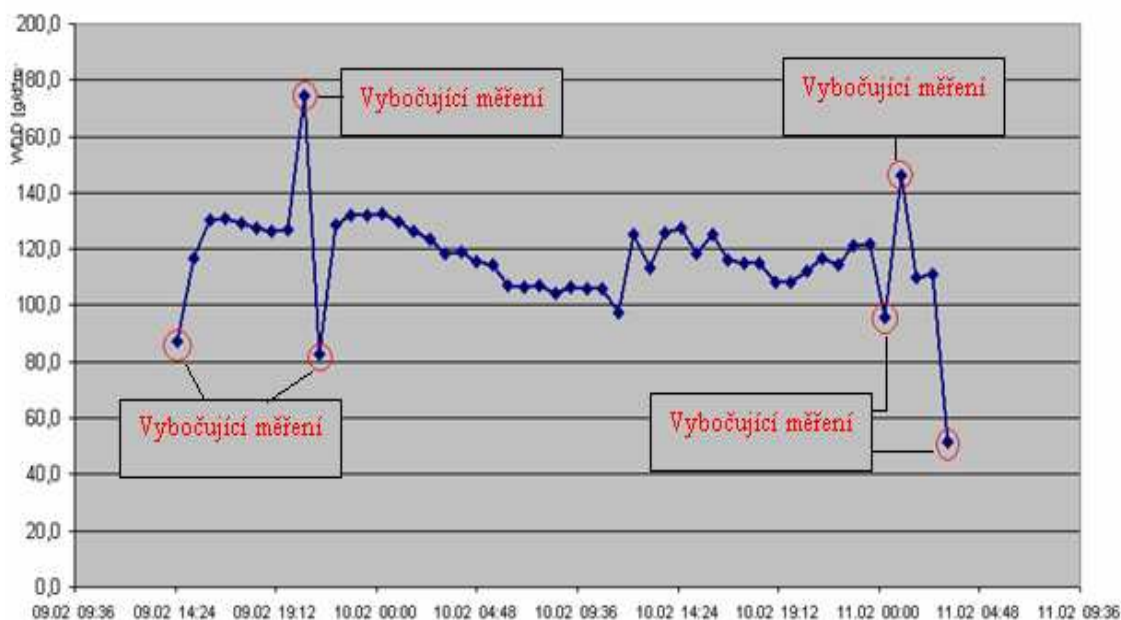
Graf. č. 11: Vzorek A - měření paropropustnosti při podmínkách 23°C a 93 % vlhkosti.

Na grafu č. 11 je znázorněn vývoj paropropustnosti vzorku A, který se choval velmi stabilně, ale hodnoty paropropustnosti byly v řádech stovek nižší než při normalizovaném měření.



Graf. č. 12: Vzorek D - měření paropropustnosti při podmínkách 23°C a 93 % vlhkosti.

Na grafu č. 12 je znázorněn vývoj paropropustnosti v čase vzorku D, jedná se o vzorek, který je se zátěrem. V závěru měřicího cyklu došlo k výrazným vybočujícím hodnotám. Toto vybočení bylo symetrické, díky této symetrii nebyla průměrná hodnota příliš ovlivněna.



Graf. č. 13: Vzorek C - měření paropropustnosti při podmínkách 23°C a 93 % vlhkosti.

Graf č. 13 vyjadřuje průběh paropropustnosti vzorku C, který je vyztužen speciální armovací mřížkou. I v tomto případě došlo k vybočujícím hodnotám, měřicí cyklus byl ukončen v místě výrazného poklesu hodnoty, kterou přístroj

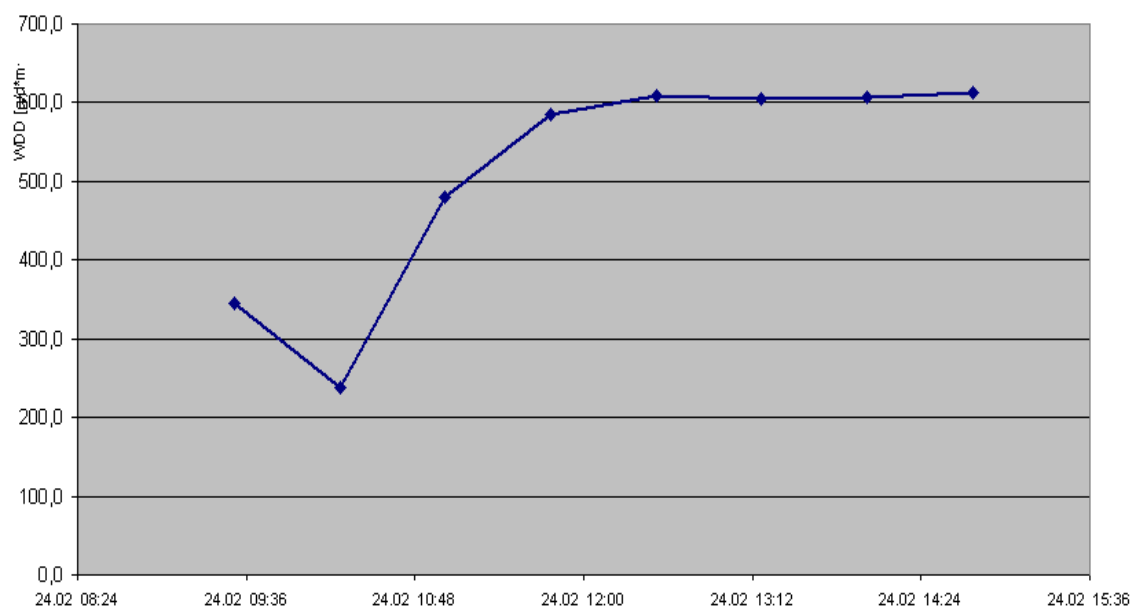
zaznamenal a zahrnul do výpočtu průměrné paropropustnosti vzorku C.

Průběhy měření jsou vykresleny v grafech obsažené v příloze 2.

U metody 23°C, 93% vlhkosti analýza dat jasně prokázala zásadní vybočující hodnoty a to zejména u vzorku C a D, kde byl průměr těmito hodnotami značně zkreslen. Vzhledem k tomu, že docházelo k symetrickým výkyvům bylo vytvořeno několik spekulací co je jejich příčinou. Jedním z možných vysvětlení je možnost elektromagnetického šumu, který může být způsoben poklesem napětí v el. síti při rozběhu strojů ve výrobní hale, která je umístěna pod zkušebnou v níž se přístroj GraviTest nachází. Tento faktor nebyl potvrzen. Následně proběhla písemná konzultace s výrobcem a hlavním technikem panem Seitterem, který vyslovil hypotézu o špatných vážících miskách respektive jejich dnech, které špatně dosednou na váhu a dojde k vybočení. Popřípadě vzniklému podtlaku těsnící obroučky, jejíž funkcí je upevnění vzorku na vážící misku. To je provedeno momentovým klíčem při momentu 1-3Nm.

Vybočující měření bylo nutné eliminovat, proto došlo ke změně hodnocení výsledků. Každý vzorek u metody 23°C, 50% vlhkosti a 23°C, 90% vlhkost obsahoval 50 hodnot měření paropropustnosti bylo přistoupeno ke každému měření jako ke kolekci dat. Vybočující hodnoty byly eliminovány a data byla zpracována statisticky. Následně hodnoty porovnány s průměry vyhodnocené přístrojem. Tyto údaje jsou zobrazeny a popsány v další kapitole. U metody 38°C, 90 % bylo z kapacitních důvodů měření zkráceno. Vývoj paropropustnosti měřených vzorků byl u všech velmi podobný. Přístroj však ani v tomto případě nedokázal udržet nastavené podmínky. Reálné hodnoty byly 36,7°C a 79,2 % vlhkosti.

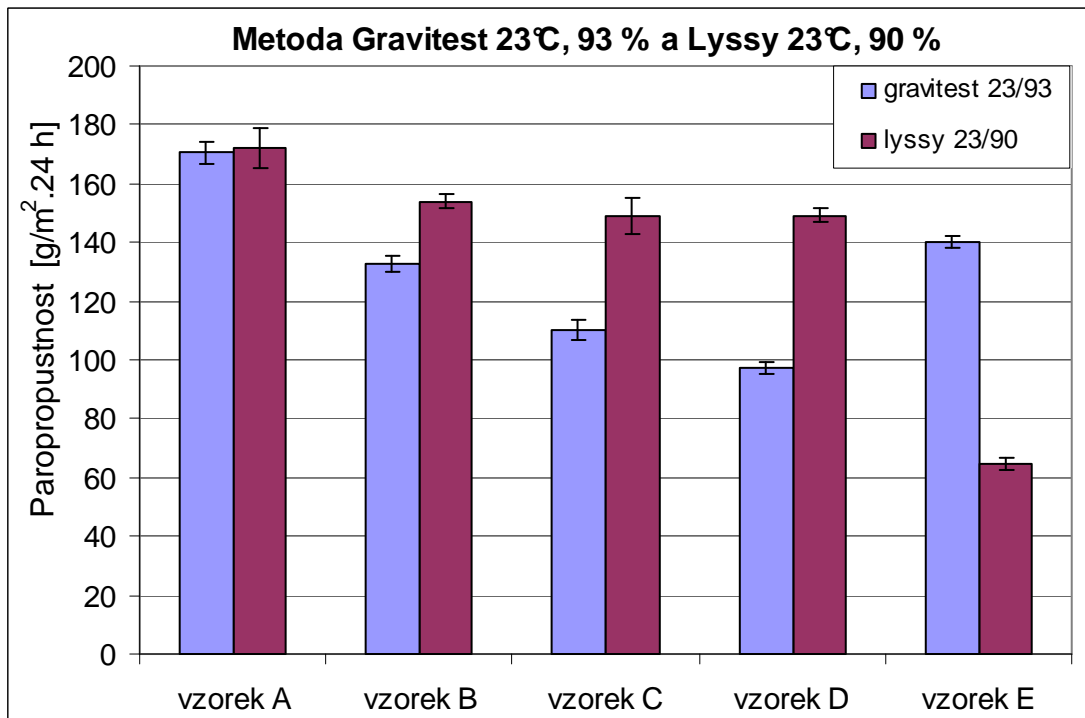
Na grafu č. 14 je zobrazen průběh měření vzorku A. Vývoj hodnot paropropustnosti byl u všech ostatních vzorků za těchto podmínek velmi podobný. Grafy ostatních vzorků jsou též v příloze 2.



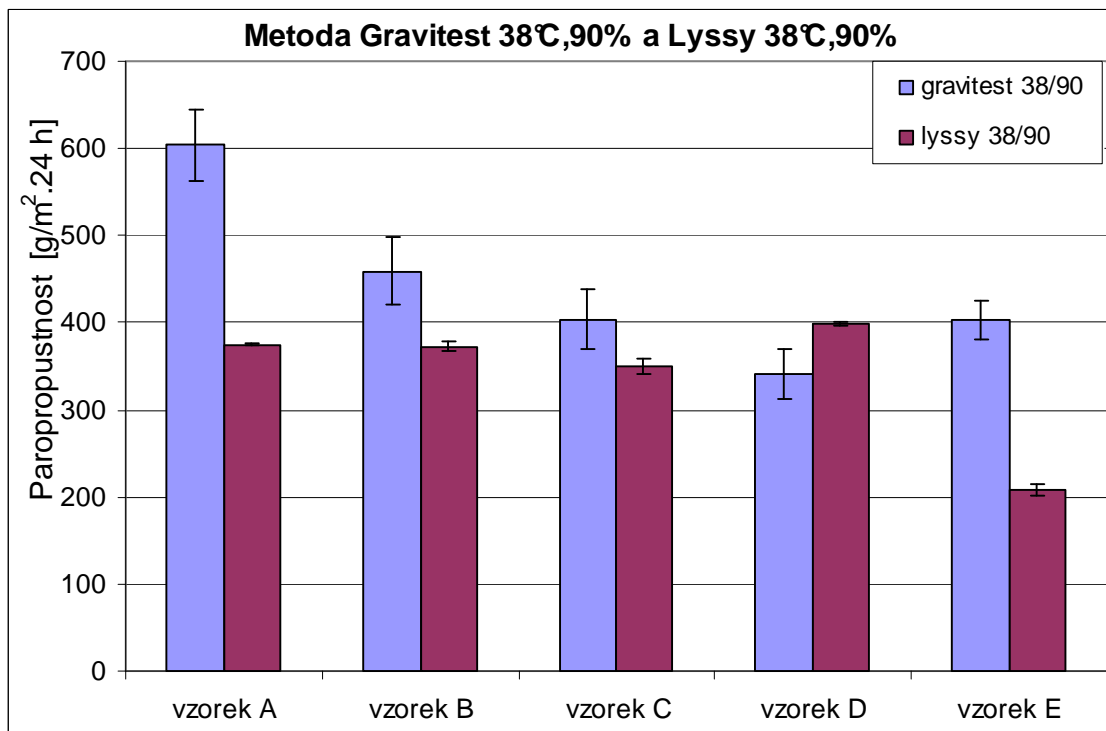
Graf. č. 14: Vzorek A - měření paropropusnosti při podmínkách 38°C a 90 % vlhkosti.

7 Srovnávání metod a statistické zhodnocení

V grafu č. 15 a 16. je zobrazeno porovnání výsledků z přístrojů GraviTest a Lyssy při metodě 23°C a 90% vlhkosti a 38°C a 90% vlhkosti.



Graf č. 15: Porovnání výsledků z GravitTestu a Lyssy při metodě 23°C,90% vlhkosti



Graf č. 16: Porovnání výsledků z GravitTestu a Lyssy při metodě 38°C,90% vlhkosti

7.1 Statistika

Aritmetický průměr – průměrná hodnota z vybrané řady naměřených dat. Počítá se podle vztahu:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Směrodatná odchylka – je odmocnina z výběrového rozptylu, udává kolísání naměřených hodnot průměrné hodnoty v absolutních jednotkách. Počítá se podle vztahu:

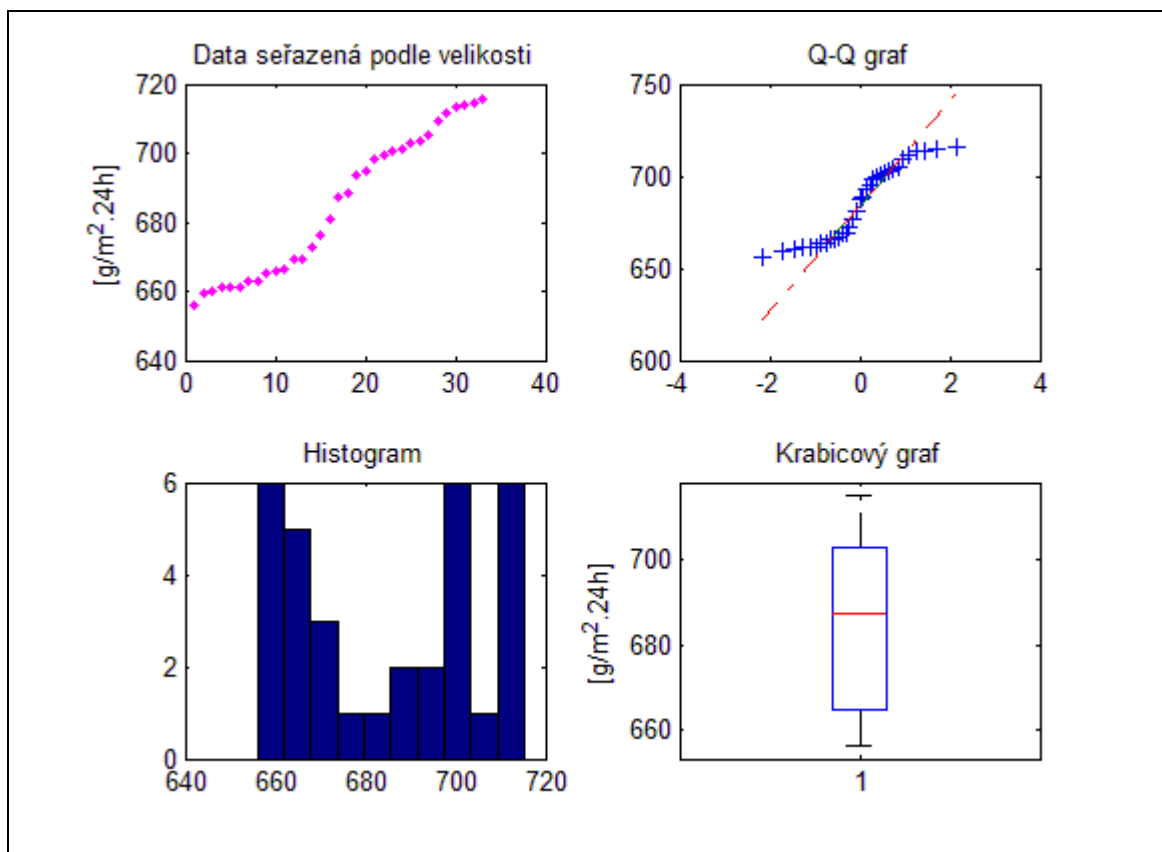
$$s = \sqrt{s^2}$$

Variační koeficient - vyjádření nestejnoměrnosti. Jedná se kolísání hodnot v procentech. Počítá se podle vztahu:

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \times 10^2 \text{ [%]}$$

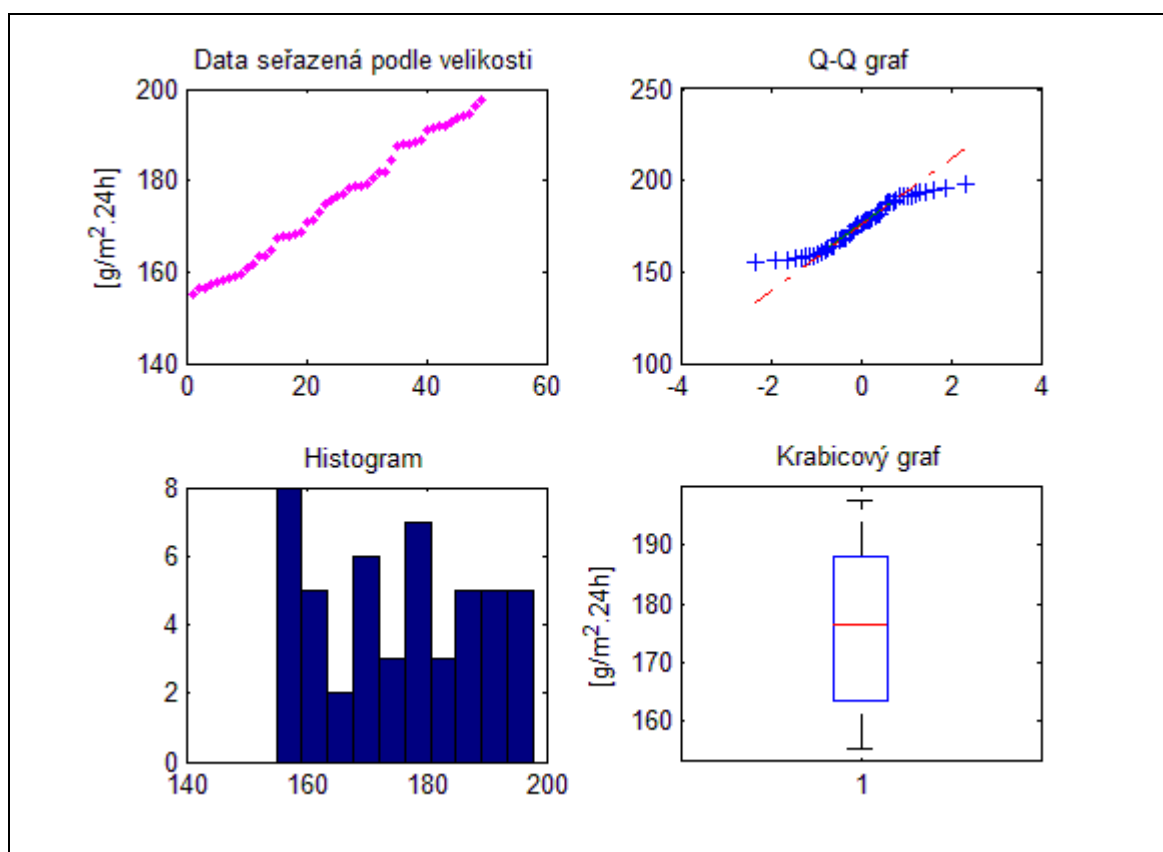
Následující grafy zobrazují statistické vyhodnocení měření u vzorku A, a to vždy u každé měřené metody. První ze čtveřice znázorňuje seřazená data, další pak tzv. Q-Q graf zvaný též kvantilo-kvantilový graf. Tento graf vyjadřuje grafické znázornění shody naměřených dat s normálním rozdělením. Třetím grafem je histogram, který ve statistice slouží zobrazení intervalových četností. Posledním grafem z dané čtveřice je krabicový graf nebo také diagram.

Krabicový diagram je schéma, které v jednom obrázku poskytuje informaci o maximální a minimální hodnotě v souboru naměřených hodnot, o mediánu a horním a dolním kvartilu tohoto souboru. Dolní a horní strana základního obdélníku - krabice - odpovídají dolnímu a hornímu kvartilu daného souboru. Vodorovná čára uvnitř této krabice odpovídá mediánu souboru. Horní a dolní svislá úsečka pak odpovídá 1,5 násobku výšky krabice (mezikvartilové rozpětí). Mimo tyto úsečky spadají hodnoty, které odpovídají odlehlým hodnotám. Především u metody 38/90 je možné tyto body evidovat.

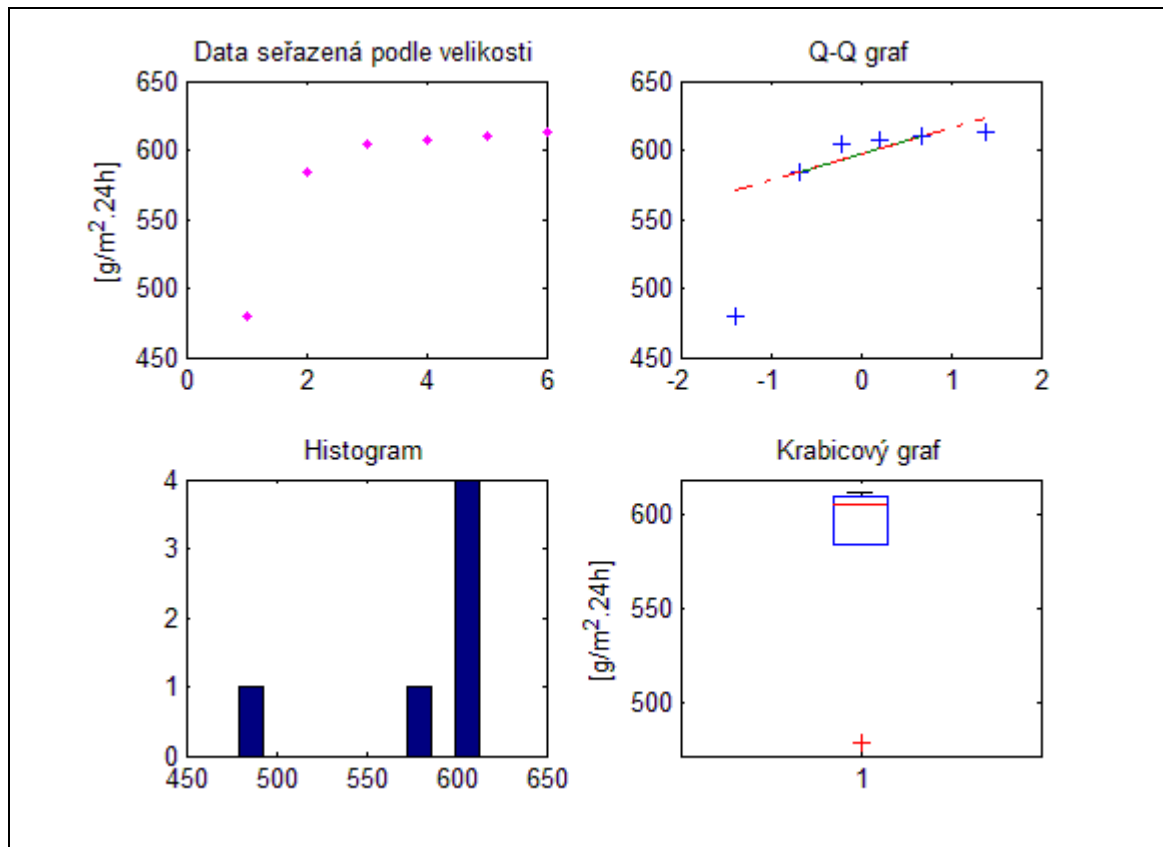


Graf č. 17: Statistické zobrazení výsledků vzorku A na přístroji GraviTest při metodě 23°C a 50% vlhkosti.

Další dva grafy znázorňují statistické vyjádření výsledků měření vzorku A při metodách 23°C, 93 % vlhkosti a za metody 38°C, 90 % vlhkosti.



Graf č. 18: Statistické zobrazení výsledků vzorku A na přístroji GraviTest při metodě 23°C a 93% vlhkosti.



Graf č. 19: Statistické zobrazení výsledků vzorku A na přístroji GraviTest při metodě 38°C a 90% vlhkosti.

Zobrazení statistický výsledků ostatních zkoušených vzorků jsou uvedeny v příloze č. 3.

Tab. 10 zobrazuje hodnoty paropropustnosti vzorku A při testovaných metodách se statistickými veličinami, vypočtené z celé kolekce dat bez vybočujících měření. Tabulky ostatních vzorků jsou uvedeny v příloze č. 3.

Tab. 10: Hodnoty paropropustnosti vzorku A se statistickými veličinami.

Vzorek A							
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Medián	Modus	Max	Min
23/50	685,01	20,53	3,00	687,40	656,05	715,41	656,05
23/93	175,73	13,19	7,50	176,51	155,04	197,76	155,04
38/90	583,01	51,93	8,91	606,29	479,01	612,44	479,01

Tab. 11 zobrazuje porovnání průměrů a příslušných variačních koeficientů vzorku A, za různých metod měření. Toto srovnání vzhledem k variabilitě výsledků prokázalo, že u vzorku A, který v závěru měřicího cyklu nevykazoval chyby v hodnotách, lze použít software přístroje pro výpočet průměru paropropustnosti a to u všech zkoušených podmínkách měření.

Tab. 11: Porovnání hodnot z přístroje s hodnotami bez vybočujících měření.

Vzorek A				
Metoda	Průměr bez vybočujících měření	Průměr z přístroje	Variační koeficient bez vybočujících měření [%]	Variační koeficient z přístroje [%]
23/50	685,01	660,69	3,00	0,51
23/93	175,73	170,41	7,50	4,85
38/90	583,01	603,81	8,91	1,67

Vzorky C a D jejichž hodnoty jsou zobrazeny v tab. 12 a tab. 13. U experimentální metody 23°C, 93% došlo právě u těchto vzorků ke konci měřicího cyklu k výrazným vybočujícím, které měly pochopitelně za následek znehodnocení vypočítaného průměru přístrojem. Proto v těchto případech je nelze doporučit nastavení z přístroje.

Tab. 12: Porovnání hodnot z přístroje s hodnotami bez vybočujících měření.

Vzorek C				
Metoda	Průměr bez vybočujících měření	Průměr z přístroje	Variační koeficient bez vybočujících měření [%]	Variační koeficient z přístroje [%]
23/50	474,60	470,85	1,18	0,37
23/93	118,33	110,17	7,85	20,77
38/90	377,32	404,26	12,36	1,76

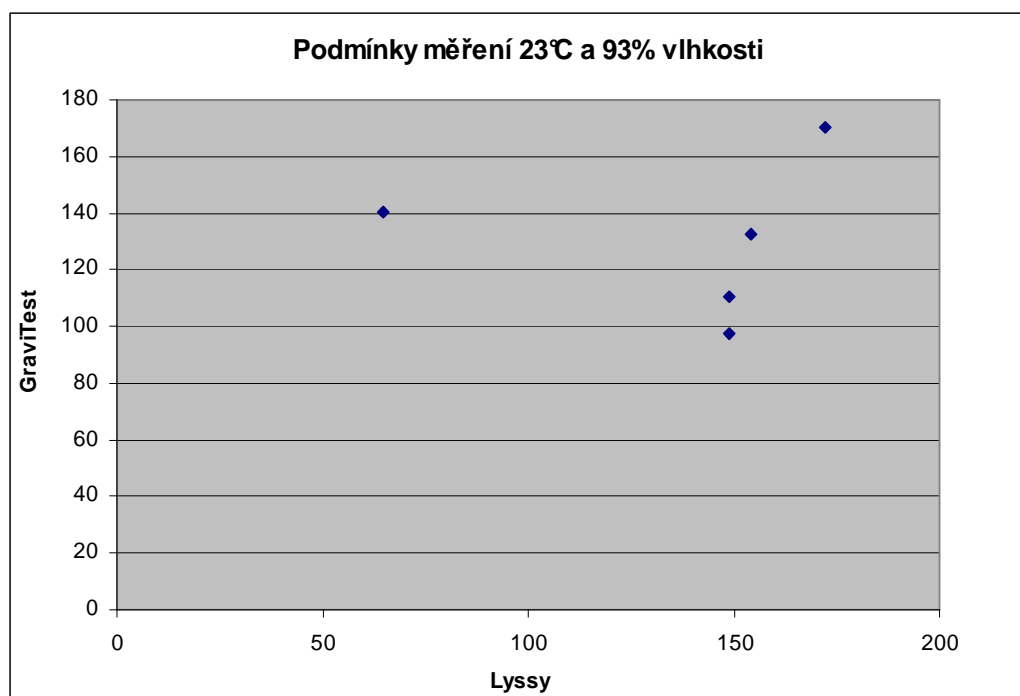
Tab. 13: Porovnání hodnot z přístroje s hodnotami bez vybočujících měření.

Vzorek D				
Metoda	Průměr bez vybočujících měření	Průměr z přístroje	Variační koeficient bez vybočujících měření [%]	Variační koeficient z přístroje [%]
23/50	299,22	300,55	1,17	0,87
23/93	140,46	140,1	5,43	133,53
38/90	387,24	402,98	10,10	1,62

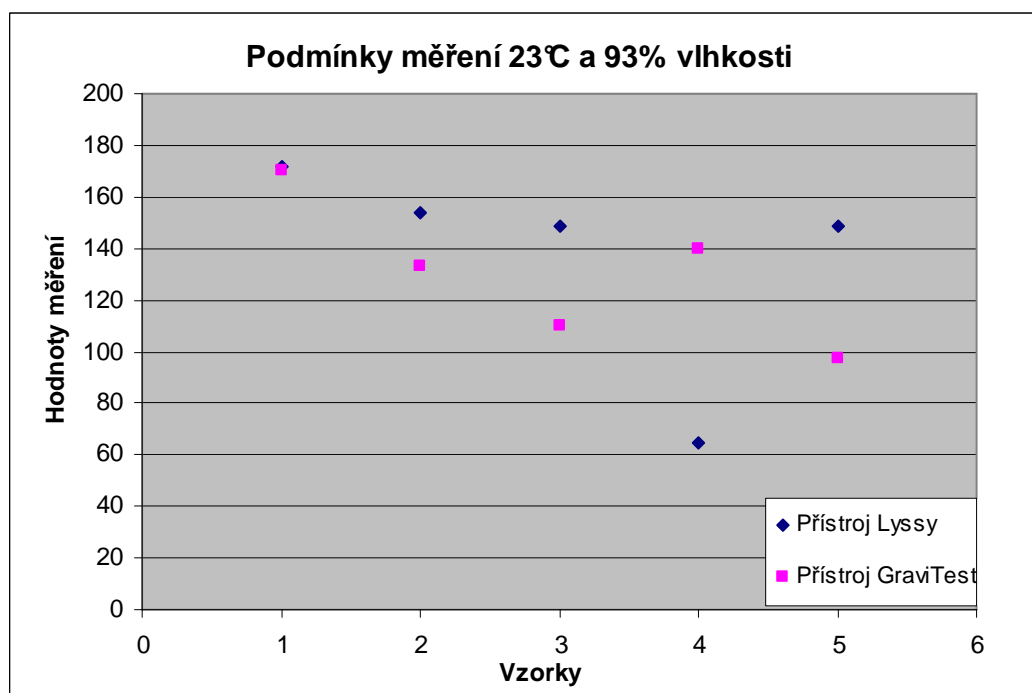
7.2 Korelace

Korelace znamená vzájemný vztah mezi dvěma procesy nebo veličinami. Pokud se jedna z nich mění, mění se korelativně i druhá a naopak. Pokud se mezi dvěma procesy ukáže korelace, je pravděpodobné, že na sobě závisejí, nelze z toho však ještě usoudit, že by jeden z nich musel být příčinou a druhý následkem. To samotná korelace nedovoluje rozhodnout.

V grafu č. 20 je zobrazena korelace mezi přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách měření 23°C a 93% vlhkosti. Graf č. 21 zobrazuje porovnání výsledků měření na přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách měření 23°C a 93% vlhkosti.

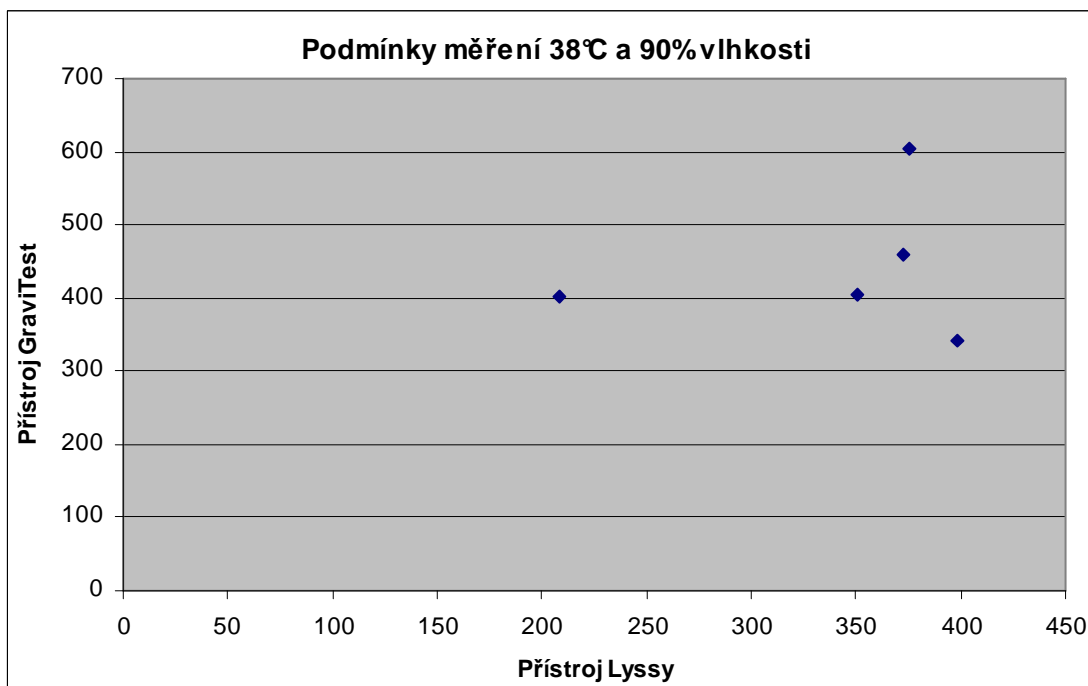


Graf. č. 20: Kolerace mezi přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách měření 23°C a 93% vlhkosti.

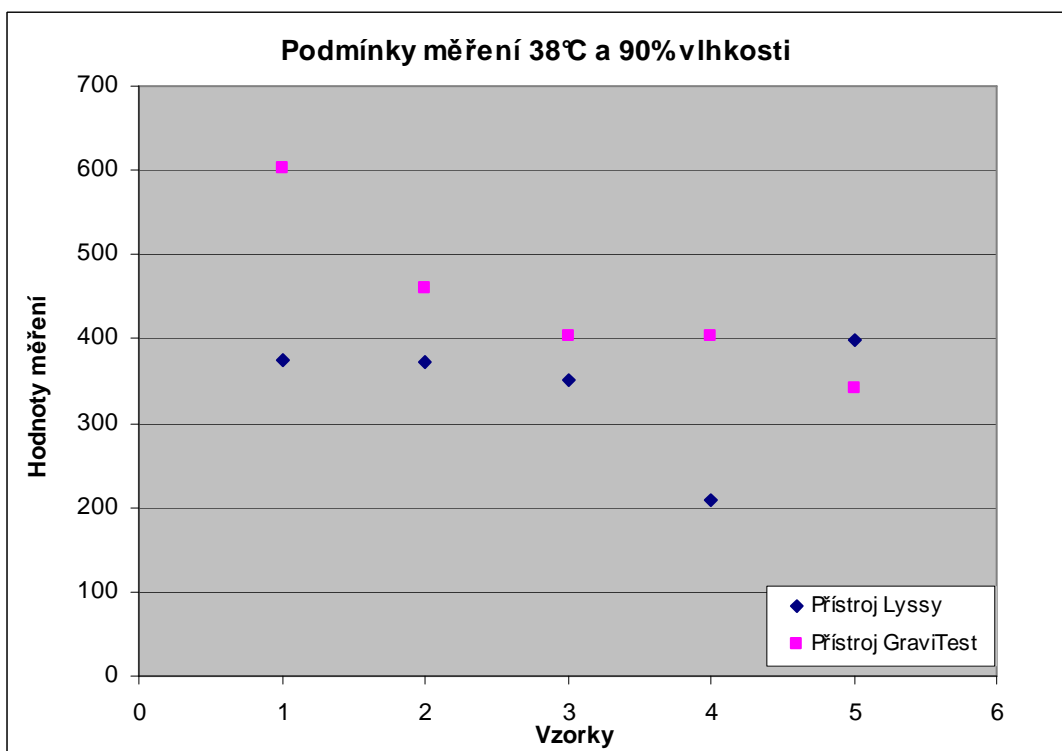


Graf. č. 21: Porovnání výsledků měření mezi přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách 23°C a 93% vlhkosti.

V grafu č. 22 je zobrazena kolerace mezi přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách měření 38°C a 90% vlhkosti. Graf č. 23 zobrazuje porovnání výsledků měření na přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách měření 23°C a 93% vlhkosti.



Graf. č. 22: Kolerace mezi přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách měření 38°C a 90% vlhkosti.



Graf. č. 23: Porovnání výsledků měření mezi přístroji Lyssy a GraviTest při podmínkách 23°C a 93% vlhkosti.

8 Závěr

Tato diplomová práce se zabývá podstřešními fóliemi, membránami a jejich vlastnostmi. V dnešní době, kdy je velmi moderní využití půdních prostor k celoročnímu bydlení tyto textilie nabývají na velkém významu. Tyto difúzní membrány slouží jako paropropustné podstřešní hydroizolace k ochraně podstřešních konstrukcí. Základní funkce jsou tedy paropropustnost a pojistná hydroizolace. Je také možné tyto výrobky použít jako hydroizolační větrozábranu.

Práce je rozdělena do dvou základních částí a to na teoretickou část a experimentální. Teoretická část obsahuje informace o složení, výrobě a vlastnostech fólií a membrán. Následuje představení výrobce testovaných výrobků společnost Juta a.s., která se aktivně podílela na vedení této práce. V části experimentální jsou představeny konkrétní zkoušené reprezentativní vzorky, lišící se od sebe plošnou hmotností i technologií výroby. Testovány byly jejich užité vlastnosti a to prodyšnost měřená na přístroji TexTest FX3300, hydrostatická odolnost na přístroji SDL Atlas M018 a paropropustnost na přístrojích Permetest, Lyssy L80-5000 a GraviTest 6300. Cílem bylo ověřit výrobcem udávané vlastnosti, porovnat a korelovat je mezi sebou použitím různé metodiky měření.

Testem prodyšnosti byly ověřeny možnosti použití zkušebních vzorků jako hydroizolační větrozábrany. Byl prokázán fakt, že prodyšnost je vyjádřením stupně porozity. Dále byla testována hydrostatická odolnost, tato zkouška prokázala odolnost proti proniknutí vody při určitém tlaku. V této části práce byla uvedena úvaha o dynamickém tlaku volně padající dešťové kapky. Z odborných zdrojů byly zjištěny poznatky o rychlosti kapky a následně vypočten dynamický tlak. Při měření paropropustnosti byly stanoveny zkušební podmínky požadované výrobcem na 23°C, 50% vlhkost, 23°C, 93% a 38°C, 90% vlhkost. První podmínka odpovídá normě pro podstřešní fólie EN 12572. Vybrané tři vzorky byly také podrobeny zkoušce tzv. umělého stárnutí, která spočívá v dlouhodobém tepelném zatížení a UV záření. Tato zkouška prokázala, že testované vzorky nemění svoji funkci ani po těchto zatíženích. K měření paropropustnosti byl přístroj Permetest k dispozici na katedře

hodnocení textilií, měření na přístrojích Lyssy a GraviTest umožnila Juta a.s. Na Permetestu byla proměřena relativní paropropustnost a výparný odpor. Během měření na přístroji GraviTest, došlo k náhodným chybám, které v některých případech měly za následek výrazné zkreslení výsledné hodnoty paropropustnosti. Tyto výkyvy byly konzultovány s výrobcem a na řešení příčin se v současné době pracuje. Pro srovnání a možnost zpracovat výsledky měření, byly tyto vybočující měření eliminovány a kolekce dat zpracována základními statistickými postupy. Následně porovnány mezi sebou výsledky z přístroje a zvolený postup bez vybočujících měření.

Na přání dodavatele vzorků byla provedena kolerace mezi přístroji Lyssy a GraviTest, které mají podobnou metodiku měření. Z této kolerace vyplývá, že na základě naměřených dat jdou výsledky převzít a kolerovat. Z výsledků je patrné, že je nutné provést koleraci pro každého zástupce skupiny zvlášť.

Moderní stavebnictví zaměřené na nízkoenergetické domy a bydlení, vyžaduje nejnovější technologie a materiály pro plnění těchto úspor. Prostor nelze však jen utěsnit, ale je potřeba výměna vzduchu pro zabránění vzniku např. plísní, proto je potřebná tzv. řízená difuze. Každý takovýto systém potřebuje odvětrávání, proto bych doporučoval se problematikou parozábran nadále zabývat.

Tato práce se stala přínosem pro společnost Juta a.s. v identifikaci chyb na přístroji GraviTest a návrhem změny softwaru při zpracování vybočujících měření. Aplikovatelnost normy na nenormalizované podmínky není příliš vhodná, jelikož v takovémto případě je nutná zpětná vazba kontroly měření.

Použitá literatura:

- [1] Popis odborných názvů částí střech [online]. 2006 [cit. 2010-03-8]. Dostupné z WWW: <http://www.krytiny-strechy.cz/nazvoslovi_strech/>.
- [2] Konstrukce střechy a krovů [online]. 2006 [cit. 2010-03-8]. Dostupné z WWW: <http://www.dumabyt.cz/rubriky/dum/stavba-a-rekonstrukce/konstrukce-strechy-a-krovu_16133.html>.
- [3] Střešní systémy [online]. 2006 [cit. 2010-03-8]. Dostupné z WWW: <<http://www.drevostavby-rob.cz/index.php/devostavby/steni-systemy>>.
- [4] Juta a.s. Vnitropodnikový manuál Juta a.s., 2010. 50 s.
- [5] Omak roof [online]. 2007 [cit. 2010-03-28]. Dostupné z WWW: <http://www.omak.cz/poradna.php?o=poradna_stresni_folie>.
- [6] Tzbinfo [online]. 2010 [cit. 2010-03-27]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3404>>.
- [7] Pajgrt O., Ševčík F. Polypropylenová vlákna, jejich vlastnosti, textilní zpracování a využití. Praha: SNTL, 1977. 384 S.
- [8] Hladík V., Beníšek L., Černý J. Textilní vlákna. Praha: SNTL, 1970. 299 s.
- [9] Juta e-shop [online]. 2010 [cit. 2010-03-8]. Dostupné z WWW: <<http://e-shop.juta.cz/index.php?page=10&kat=2>>.
- [10] Textest instrument [online]. 2010 [cit. 2010-06-1]. Dostupné z WWW: <http://www.textest.ch/pages_en/3300-III_en.htm>.
- [11] Textile Testing Products - SDL Atlas [online]. 2010 [cit. 2010-03-8]. Dostupné z WWW: <<http://www.sdlatlas.com/>>.
- [12] Speed of a Falling Raindrop [online]. 2010 [cit. 2010-04-5]. Dostupné z WWW: <<http://hypertextbook.com/facts/2007/EvanKaplan.shtml>>.
- [13] Omega engineering [online]. 2010 [cit. 2010-04-5]. Dostupné z WWW: <<http://www.omega.com/techref/waterhammer.html>>.
- [14] Lepil O., Bednařík M. Fyzika pro střední školy. Praha: Prometheus. 1995. ISBN 80-85849-87-9. 270s.
- [15] ČSN EN 13859-1[online]. 2010 [cit. 2010-04-5]. Dostupné z WWW: <<http://shop.normy.biz/d.php?k=83048>>.
- [16] Krejsová Milada. Nauka o polymerech. Liberec: VŠS a T, 1979. 223 s.
- [17] Militký Jiří. Technické textilie: Vybrané kapitoly. 2. vyd. Liberec: TUL, 2007. 238 s. ISBN 978-80-7372-170-1.
- [18] Charakteristika slunečního záření [online]. [cit. 2009-02-18] Dostupné z WWW:< <http://www.liposukce.cz/plasticka-chirurgie/kozni-nadory/charakteristika-slunecnihozareni.htm>>.
- [19] Foltýn J., Pospíšil Z., Suchomel Z. Technické textilie ve stavebnictví. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984. 149 s.
- [20] Stanovení termofyziologických vlastností textilií [online]. 2010 [cit. 2010-05-10] Dostupné z WWW: <http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-304-01_01.pdf>.

[21] Změny skupenství učebnice [online]. 2010 [cit. 2010-05-10] Dostupné z WWW: <http://jarjurek.ic.cz/aktuality/Vyuka/zmeny_skupenstvi_ucebnice.pdf>.

[22] Rosný bod [online]. 2010 [cit. 2010-05-10] Dostupné z WWW: <<http://fyzmatik.pise.cz/93156-rosny-bod-proc-se-zrcadlo-v-koupelne-orosi.html>>.

[23] Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií, skripta TU Liberec, 2005. 109 str., ISBN 80-7083-926-0

[24] Testování propustnosti [online]. 2010 [cit. 2010-05-10] Dostupné z WWW: <http://www.biopro.cz/__data/page/351/Testovn_propustnosti.pdf>.

[25] Gintronic [online]. 2006 [cit. 2010-03-8]. Dostupné z WWW: <<http://www.gintronic-instruments.com/index.php?nav=1C=1I=1&print=0&lanID=2>>.

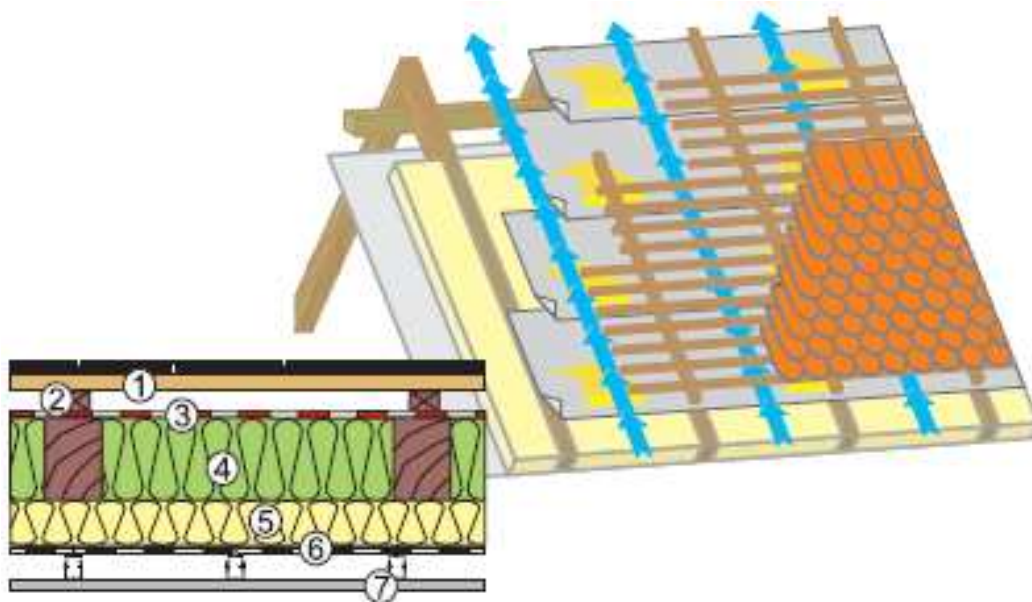
[26] Vodní pára v atmosféře [online]. 2010 [cit. 2010-06-14]. Dostupné z WWW: <<http://www.zemepis.com/voda1.php>>.

Příloha č. 1

Testované výrobky

Vzorek A

- Třívrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se z difúzního filmu a dvou vrstev netkané polypropylenové textilie.
- Je vhodný pro použití jako kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech bez bednění. Skladba membrány zajišťuje vodotěsnost při dešti.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Je vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin.
- Lze použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Nepodléhá hnilobě a plísní.
- Zdravotně nezávadný a plně recyklovatelný.
- Minimální možný sklon střechy je 17°. [9]



Obr. č. P 1: Dvouplášťová střešní skladba nebedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera), 3. podstřešní pojistná membrána A, 4. tepelná izolace mezi krokvy, 5. tepelná izolace pod krokvy, 6. parozábrana, 7. interiérový obklad + rošt. [9]

Tab. P 1: Parametry membrány A. [9]

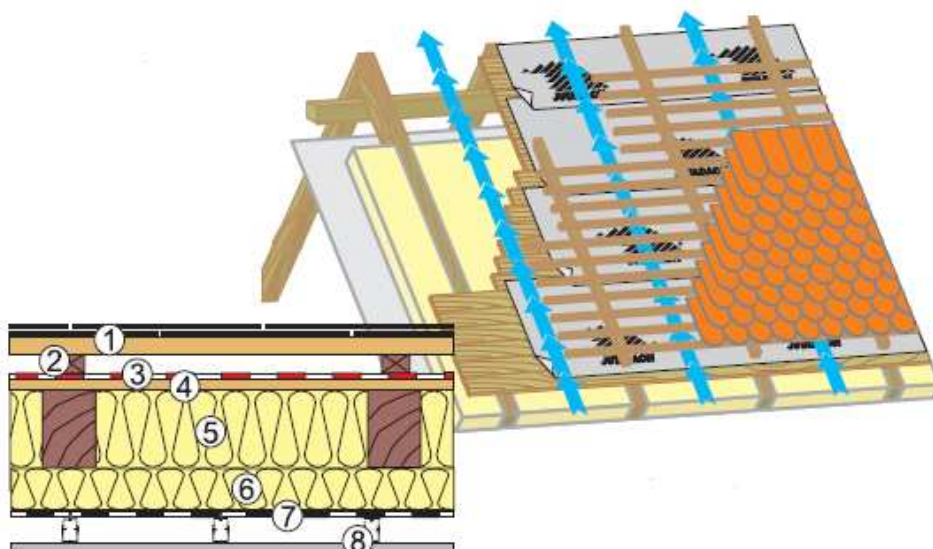
Vlastnost	Zkušební norma	Měrná jednotka	Hodnota (tolerance)
Plošná hmotnost	EN 1849-2	g/m ²	100
			(+ - 10)
Reakce na oheň	EN 13501	třída	E
	EN 11925-2		
Odolnost proti pronikání vody	EN 1928	třída	W1
	EN 13111		
Propustnost páry – hodnota Sd	EN 12572	m	0,02
	EN 1931		(-0,01 +0,015)
Pevnost v tahu (podélně/příčně)	EN 12311-2	N/50 mm	230/140
	EN 13859-1;2		(+ -30 / + -20)
Tažnost (podélně/příčně)	EN 12310-2	%	50/70
	EN 13859-1;2		(+ -20 / -20+30)
Odolnost proti vytržení z hřebíku (podélně/příčně)	EN 12310-2	N	80/90
	EN 13859-1;2		(+ -20 / -20+30)
Tepelný rozsah použití	Interní zkouška	°C	-40°C až +80°C
UV stálost	Interní zkouška	měsíce	4

Montáž

Vzorek A se pokládá na pevný, rovný, čistý a suchý podklad. Pokládá se horizontálně nebo vertikálně přímo na korkve tak, aby nevznikaly žádné faldy nebo sklady. Potisk směřuje ke střešní krytině. Montáž začíná u okapu a postupně se pokládají další pásy směrem k hřebeni. Přesah pásů horizontální i vertikální je min. 10 cm. Překrytí se doporučuje spojit oboustranně lepící páskou. Vzorek A se ke krokům připevňuje sponkami mechanické sešíváčky nebo nekorodujícími hřeby s plochou hlavou. Vzdálenost mezi kroky nesmí být větší než 1 m. Membrána se k nosné konstrukci zajistí kontralatěmi o tloušťce min. 40 mm. Prostor mezi membránou a střešními latěmi umožňuje odtok vody po membráně a odvětrání vlhkosti z konstrukce. Laťování pro střešní krytinu se připevní ke kontralatím. [9]

Vzorek B

- Třívrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se z difúzního filmu a dvou vrstev netkané polypropylenové textilie.
- Je vhodný pro použití jako univerzální kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech. Lze je použít přímo na plné difúzní bednění nebo na tepelnou izolaci. Skladba membrány zajišťuje dobrou vodotěsnost při dešti.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Je vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin.
- Lze použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Nepodléhá hnilobě a plísni.
- Zdravotně nezávadný a plně recyklovatelný.
- Minimální možný sklon střechy je 17°. [9]



Obr. č. P 2: Dvouplášťová střešní skladba bedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera), 3. podstřešní pojistná membrána B, 4. dřevěné prkenné bednění -záklop, 5. tepelná izolace mezi krokviemi, 6. tepelná izolace pod krokviemi, 7. parozábrana, 8. interiérový obklad + rošt. [9]

Tab. P 2: Parametry membrány B. [9]

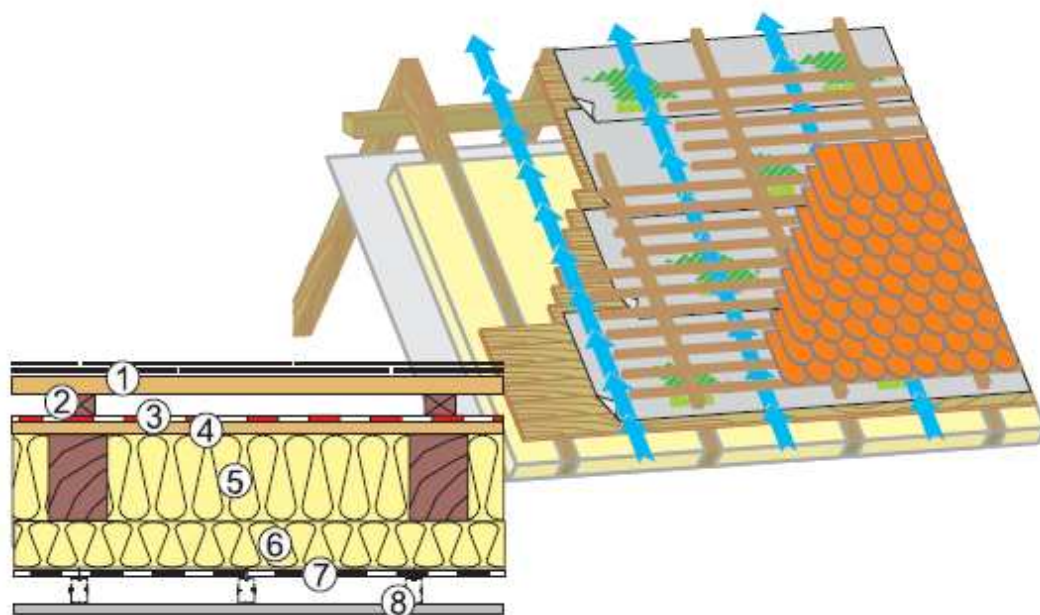
Vlastnost	Zkušební norma	Měrná jednotka	Hodnota (tolerance)
Plošná hmotnost	EN 1849-2	g/m ²	140
			(+ - 10)
Reakce na oheň	EN 13501	třída	E
	EN 11925-2		
Odolnost proti pronikání vody	EN 1928	třída	W1
	EN 13111		
Propustnost páry – hodnota Sd	EN 12572	m	0,02
	EN 1931		(-0,01 +0,015)
Pevnost v tahu (podélně/příčně)	EN 12311-2	N/50 mm	290/205
	EN 13859-1;2		(-30+50 / -35+45)
Tažnost (podélně/příčně)	EN 12310-2	%	55/80
	EN 13859-1;2		(-20+25 / -25+30)
Odolnost proti vytržení z hřebíku (podélně/příčně)	EN 12310-2	N	150/180
	EN 13859-1;2		(-40+70/-50+70)
Tepelný rozsah použití	Interní zkouška	°C	-40°C až +80°C
UV stálost	Interní zkouška	měsíce	4

Montáž

Vzorek B se pokládá na pevný, rovný, čistý a suchý podklad. Pokládá se horizontálně nebo vertikálně přímo na korkve tak, aby nevznikaly žádné faldy nebo sklady. Potisk směřuje ke střešní krytině. Montáž začíná u okapu a postupně se pokládají další pásy směrem k hřebeni. Přesah pásů horizontální i vertikální je min. 10 cm. Překrytí se doporučuje spojit oboustranně lepící páskou. Vzorek B se ke krokvim připevňuje sponkami mechanické sešívачky nebo nekorodujícími hřeby s plochou hlavou. Vzdálenost mezi krokvemi u nebedněné střechy nesmí být větší než 1,2 m. Membrána se k nosné konstrukci zajistí kontralatěmi o tloušťce min. 40 mm. Prostor mezi membránou s střešními latěmi umožňuje odtok vody po membráně a odvětrání vlhkosti z konstrukce. Laťování pro střešní krytinu se připevní ke kontralatím. [9]

Vzorek C

- Čtyřvrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se z difúzního filmu a dvou vrstev netkané polypropylenové textilie a z výztužené mřížky.
- Je vhodný pro použití jako kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech. Lze je použít přímo na plné difúzní bednění nebo na tepelnou izolaci. Lze využít celou výšku krokví pro tepelnou izolaci. Robustní skladba vzorku C umožňuje použití v konstrukcích střech s velkými vzdálenostmi krokví a v konstrukcích namáhaných extrémním větrem. Má vynikající odolnost proti vytržení a proti poškození na plném bednění. Skladba membrány zajišťuje dobrou vodotěsnost při dešti.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Je vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin.
- Lze použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Nepodléhá hnilobě a plísni.
- Zdravotně nezávadný a plně recyklovatelný.
- Minimální možný sklon střechy je 15°. [9]



Obr. č. P 3: Dvouplášťová střešní skladba bedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera), 3. podstřešní pojistná membrána C, 4. dřevěné prkenné bednění -záklop, 5. tepelná izolace mezi krokvy, 6. tepelná izolace pod krokvy, 7. parozábrana, 8. interiérový obklad + rošt. [9]

Tab. P 3: Parametry membrány Vzorek C. [9]

Vlastnost	Zkušební norma	Měrná jednotka	Hodnota (tolerance)
Plošná hmotnost	EN 1849-2	g/m ²	160
			(-10+15)
Reakce na oheň	EN 13501	třída	E
	EN 11925-2		
Odolnost proti pronikání vody	EN 1928	třída	W1
	EN 13111		
Propustnost páry – hodnota Sd	EN 12572	m	0,02
	EN 1931		(-0,01 +0,015)
Pevnost v tahu (podélně/příčně)	EN 12311-2	N/50 mm	400/380
	EN 13859-1;2		(-50+70 / -80+120)
Tažnost (podélně/příčně)	EN 12310-2	%	40/50
	EN 13859-1;2		(+15 /-20+30)
Odolnost proti vytržení z hřebíku (podélně/příčně)	EN 12310-2	N	390/360
	EN 13859-1;2		(-80+70/-60+70)
Tepelný rozsah použití	Interní zkouška	°C	-40°C až +80°C
UV stálost	Interní zkouška	měsíce	4

Montáž

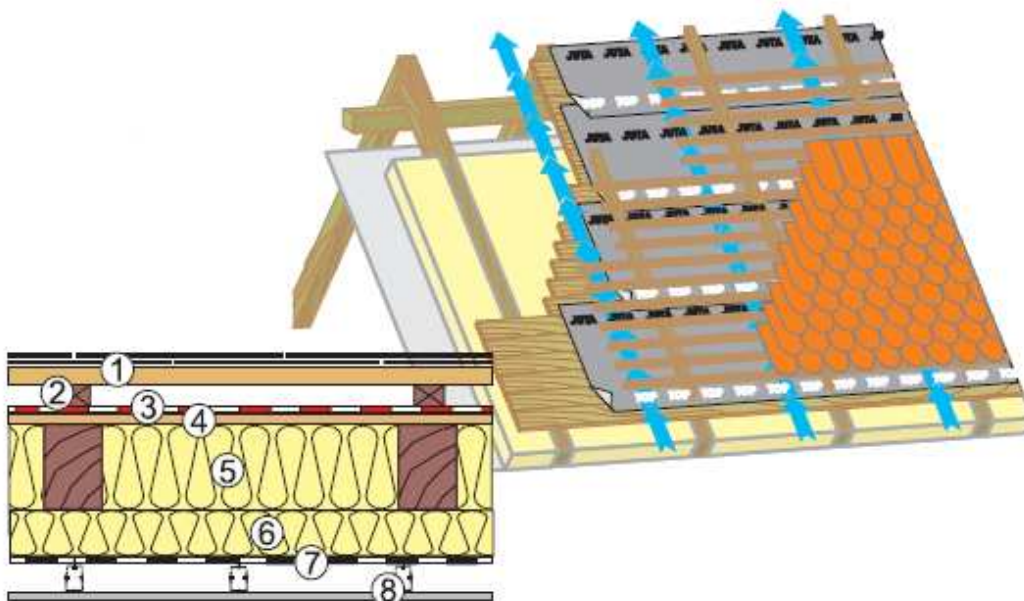
Vzorek C se pokládá na pevný, rovný, čistý a suchý podklad. Pokládá se horizontálně nebo vertikálně přímo na korkve tak, aby nevznikaly žádné faldy nebo sklady. Potisk směřuje ke střešní krytině. Montáž začíná u okapu a postupně se pokládají další pásy směrem k hřebeni. Přesah pásů horizontální i vertikální je min. 10 cm. Překrytí se doporučuje spojit oboustranně lepící páskou. Vzorek C se ke konstrukci připevňuje sponkami mechanické sešívачky nebo nekorodujícími hřeby s plochou hlavou. Vzdálenost mezi krokvemi u nebedněné střechy nesmí být větší než 1,2 m. Membrána se k nosné konstrukci zajistí kontralatěmi o tloušťce min. 40 mm. Prostor mezi membránou s střešními latěmi umožňuje odtok vody po membráně a odvětrání vlhkosti z konstrukce. Laťování pro střešní krytinu se připevní ke kontralatím. [9]

Vzorek D

- Dvouvrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se ze spodní netkané polyesterové textilie a z vrchního funkčního zátěru.
- Je vhodný pro použití jako kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech s velmi nízkým sklonem. Lze je použít přímo na plné difúzní bednění nebo na tepelnou izolaci. Lze využít celou výšku krokví pro tepelnou izolaci. Robustní skladba vzorku D umožňuje použití na plném bednění. Skladba membrány zajišťuje dobrou vodotěsnost při dešti a to pro třídu a stupeň těsnosti PHI 3A (sklon střechy až o 10° nižší než bezpečný sklon krytiny), při použití speciálních spojovacích a těsnících komponentů a při aplikaci na bednění.
- Odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí.
- Je vhodný pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin.
- Lze jej použít na vertikální konstrukce stěn jako větrozábranu.
- Má vysokou životnost a je odolný vůči chemickým impregnacím,

nepodléhá hnilobě a plísni.

- Minimální možný sklon střechy je 5°. [9]



Obr. č. P 4: Dvouplášťová střešní skladba bedněná – 1. krytina na latích nebo bednění, 2. kontralatě (horní ventilační mezera) + těsnicí páska, 3. podstřešní pojistná membrána D, 4. dřevěné prkenné bednění -záklap, 5. tepelná izolace mezi krokvy, 6. tepelná izolace pod krokvy, 7. parozábrana, 8. interiérový obklad + rošt. [9]

Tab. P 4: Parametry membrány D. [9]

Vlastnost	Zkušební norma	Měrná jednotka	Hodnota (tolerance)
Plošná hmotnost	EN 1849-2	g/m ²	270
			(+20)
Reakce na oheň	EN 13501	třída	E
	EN 11925-2		
Odolnost proti pronikání vody	EN 1928	třída	W1
	EN 13111		
Propustnost páry – hodnota Sd	EN 12572	m	0,02
	EN 1931		(-0,01 +0,04)
Pevnost v tahu (podélně/příčně)	EN 12311-2	N/50 mm	320/220
	EN 13859-1;2		(+60/ +-50)
Tažnost (podélně/příčně)	EN 12310-2	%	30/35
	EN 13859-1;2		(+15 /-15)
Odolnost proti vytržení z hřebíku (podélně/příčně)	EN 12310-2	N	130/140
	EN 13859-1;2		(-30+40/-30+40)
Tepelný rozsah použití	Interní zkouška	°C	-40°C až +100°C
UV stálost	Interní zkouška	měsíce	9

Montáž

Vzorek D se pokládá na pevný, rovný, čistý a suchý podklad. Pokládá se horizontálně nebo vertikálně přímo na korkve tak, aby nevznikaly žádné faldy nebo sklady. Potisk směřuje ke střešní krytině. Montáž začíná u okapu a postupně se pokládají další pásy směrem k hřebeni. Přesah pásů horizontální i vertikální je min. 15 cm. Překrytí se spojí lepidlem, délková napojení se provádí pod kontralatěmi. Vzorek D se ke konstrukci připevňuje sponkami mechanické sešívачky nebo nekorodujícími hřeby s plochou hlavou a to vždy pouze v místě přesahu ve spodní vrstvě membrány, vždy nad spojením lepidlem. Veškerá napojení a utěsnění prostupů se provede páskou. Membrána se k nosné konstrukci zajistí kontralatěmi, které se poděsní buď lepidlem nebo páskou. Výška funkční odvětrávané ventilační mezery nad membránou je rovna výšce kontralatě (určí se dle sklonu střechy min. je 40 mm). Prostor mezi membránou s střešními latěmi umožňuje odtok vody po membráně a odvětrání vlhkosti z konstrukce. Laťování pro střešní krytinu se připevní ke kontralatím. [9]

Podstřešní fólie D, patří narozdíl od ostatních představených fólií mezi typy se zátěrovanou vrstvou.

Vzorek E

Vysoce difúzní podstřešní fólie, chráněná netkaným rounem z obou stran, vše z polypropylenu. Určená pro šikmé nevětrané střechy. Instalace na bednění nebo na krokve bez nutnosti vytvářet vzduchovou mezeru mezi tepelnou izolací a fólií. [9]

Tab. P 5: Parametry membrány E. [9]

Vlastnost	Zkušební norma	Měrná jednotka	Nominální hodnota	Tolerance	
				Minimum	Maximum
Plošná hmotnost	EN 1849-2	g/m ²	270	-20	+20
Reakce na oheň	EN 13501	třída	E	-	-
	EN 11925-2				
Odolnost proti pronikání vody	EN 1928	třída	W1	-	-
	EN 13111				
Propustnost páry – hodnota Sd	EN 12572	m	0,03	-0,02	+0,015
	EN 1931				
Pevnost v tahu (podélně/příčně)	EN 12311-2	N/50 mm	600/700	-100/-150	+100/+100
	EN 13859-1				
Tažnost (podélně/příčně)	EN 12310-2	%	45/30	-25/-15	+20/+20
	EN 13859-1				
Odolnost proti protrhávání (podélně/příčně)	EN 12310-2	N	750/650	-150/-150	+100/+100
	EN 13859-1				
Rozměrová stálost	EN 1107-2	%	< 2	-	-
Ohebnost za nízkých teplot	EN 1109	°C	-20	-	-
	EN 495-5				
Propustnost vzduchu	EN 12114	m ³ /m ² .h.100Pa	npd		
	EN 13859-1				

Vzorek E je určen mimo evropský trh, konkrétně pro Austrálii a Nový Zéland a to pro svoji pojistnou absorpční vrstvu. Jedná se tedy o superdifúzní membránu s pojištěním. Pojištěním je rozuměno další vrstva netkané textilie vyrobená technologií spun-bond. Tato fólie má vysokou difúzi, tudíž vodní páry se mohou odpařovat. Pokud nastane v konstrukci velký zdroj vlhkosti, který není možné odpařit, dochází ke kondenzaci této vlhkosti a tato vlhkost je absorbována do této pojistné vrstvy netkané textilie, aby nedošlo ke zpětnému odkapu vody. Tato situace nastane např. v Austrálii v zimním období, kdy jsou extrémní rozdíly teplot v noci a ve dne. Z tohoto důvodu nemá pro Evropu a její klimatické podmínky tato fólie opodstatnění. Z hlediska tepelně izolačních vlastností je zcela zanedbatelná. [9]

Příloha č. 2

Grafy z přístroje GraviTest

GraviTest - Auswertung

Erste Messung 21.12.2009 08:35

Methode: EN ISO 12572 Klima C

Probenname Vzorek A výr.11.6.09

Beschreibung

Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

Temperatur 23,0 °C

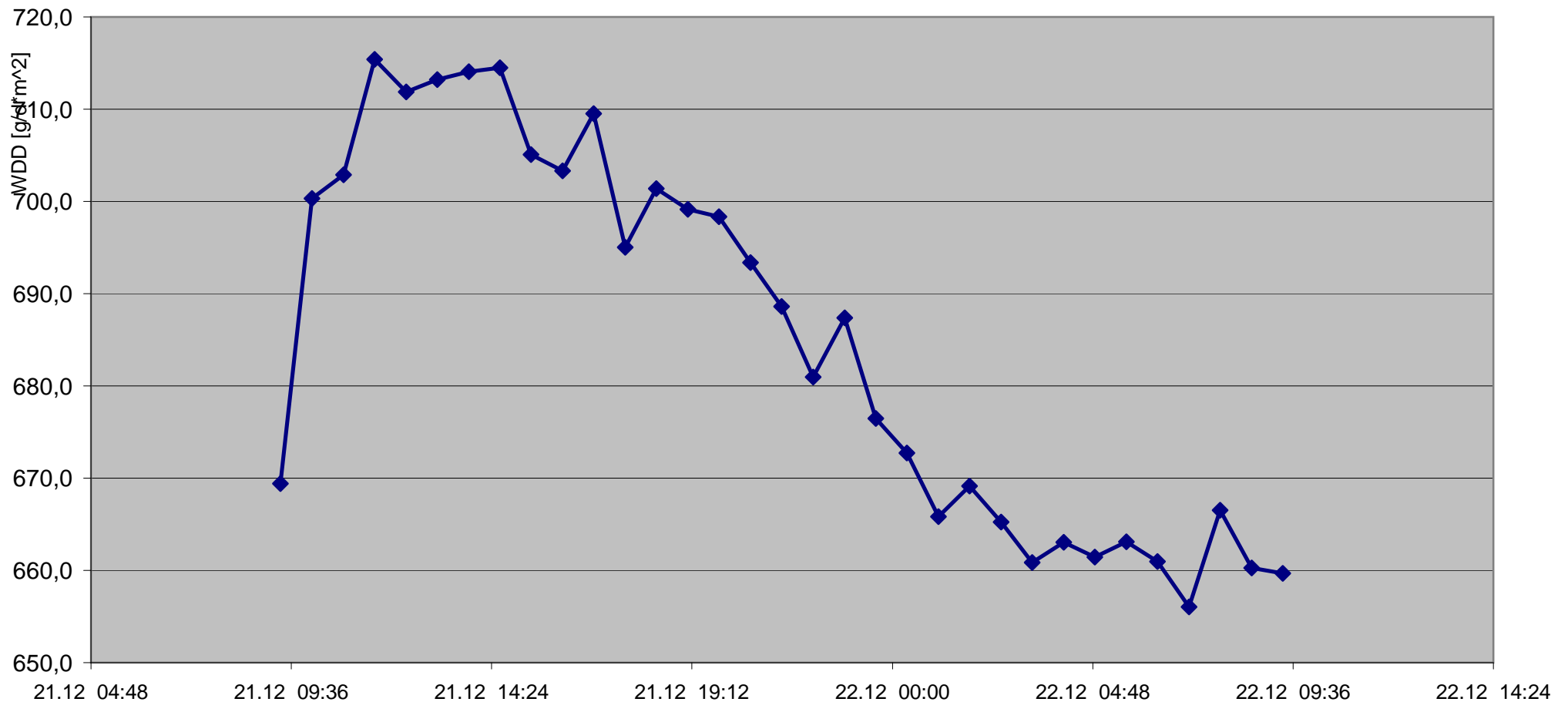
Feuchte 50,0 %

Luftstrom 2,5 m/s

Luftdruck 967,3 mbar

WDD 660,69 g/(d*m²) (5 Werte)

Standard Abweichung WDD 3,37 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 21.12.2009 08:35

Methode: EN ISO 12572 Klima C

Probenname Vzorek B výr.11.4.09

Beschreibung

Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur 23,0 °C

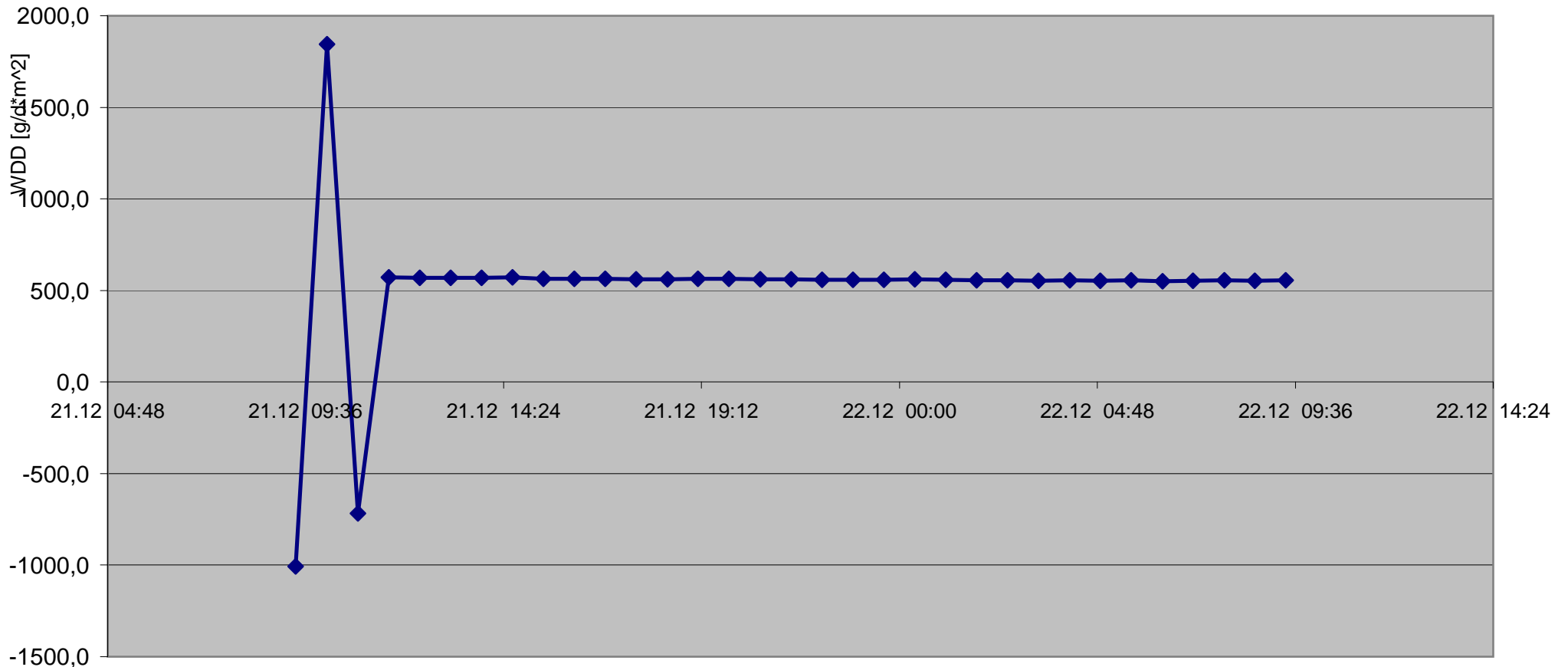
☐ Feuchte 50,0 %

☐ Luftstrom 2,5 m/s

☐ Luftdruck 967,3 mbar

☐ WDD 553,46 g/(d*m²) (5 Werte)

Standard Abweichung WDD 1,98 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 21.12.2009 08:35

Methode: EN ISO 12572 Klima C

Probenname Vzorek C výr.27.2.09

Beschreibung

Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

Temperatur 23,0 °C

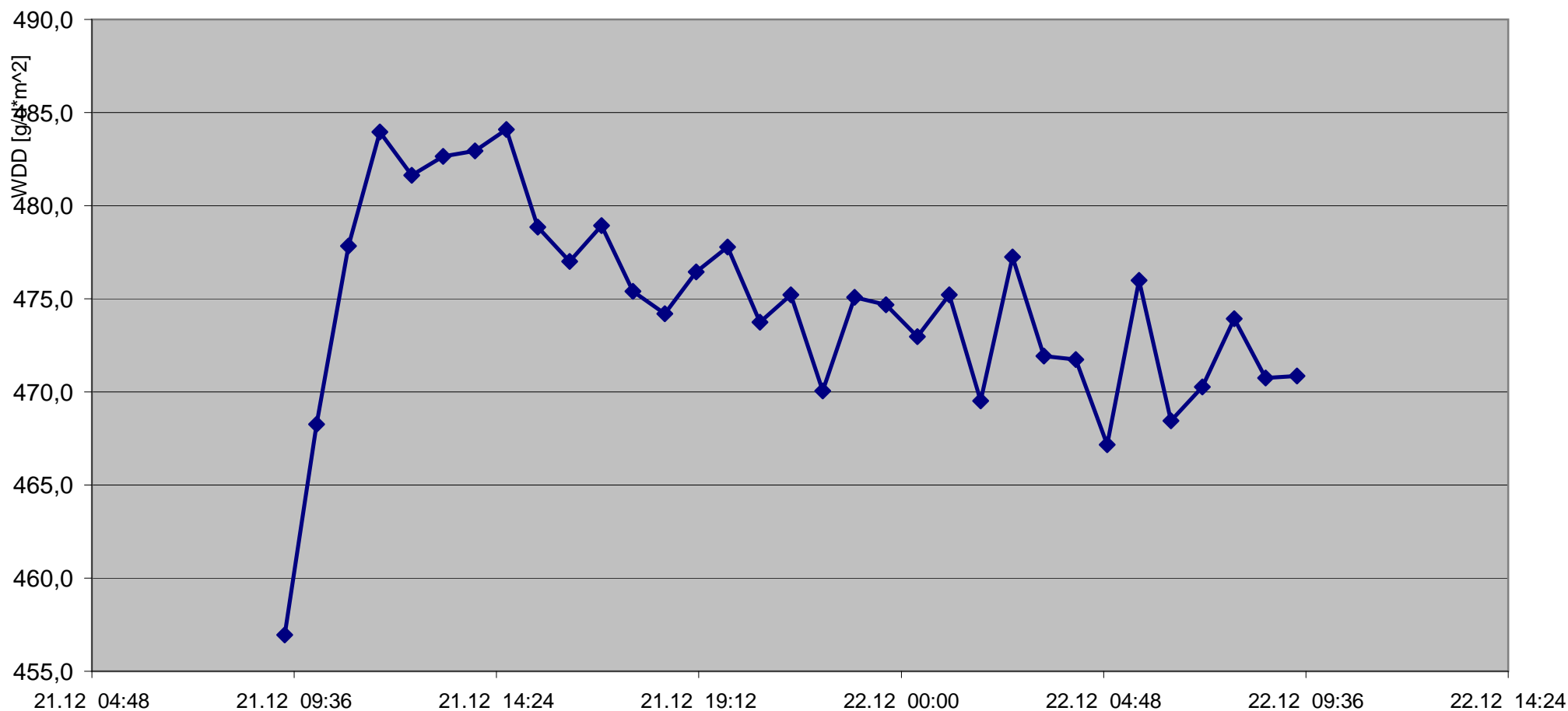
Feuchte 50,0 %

Luftstrom 2,5 m/s

Luftdruck 967,3 mbar

WDD 470,85 g/(d*m²) (5 Werte)

Standard Abweichung WDD 1,76 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 21.12.2009 08:35

Methode: EN ISO 12572 Klima C

Probenname Vzorek D výr.2.11.09

Beschreibung

Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

Temperatur 23,0 °C

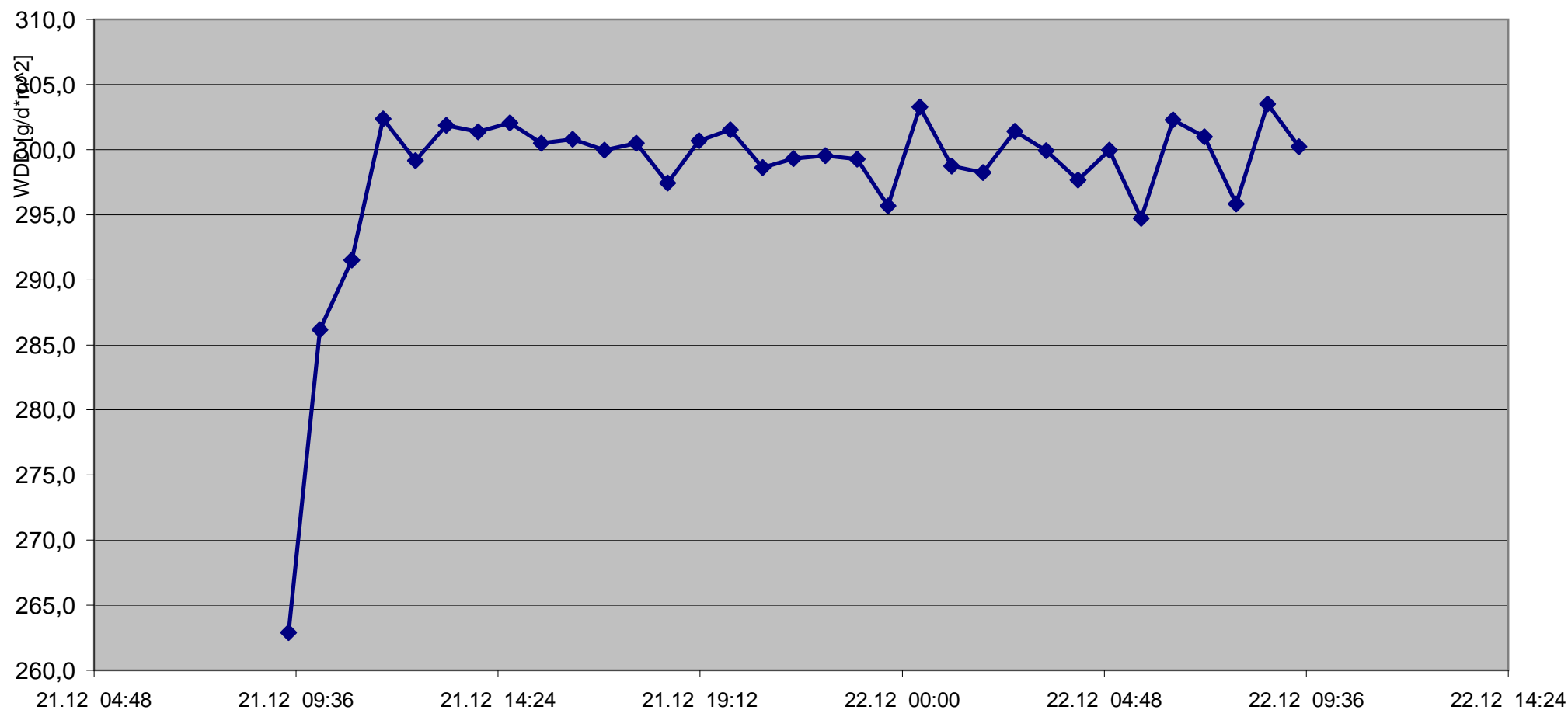
Feuchte 50,0 %

Luftstrom 2,5 m/s

Luftdruck 967,3 mbar

WDD 300,55 g/(d*m²) (5 Werte)

Standard Abweichung WDD 2,62 g/(d*m²)



Erste Messung

21.12.2009 08:35

Methode:

EN ISO 12572 Klima C

Probenname

Vzorek E výr.19.2.09

Beschreibung

Probendicke

mm

Probenfläche

50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur

23,0 °C

☐ Feuchte

50,0 %

☐ Luftstrom

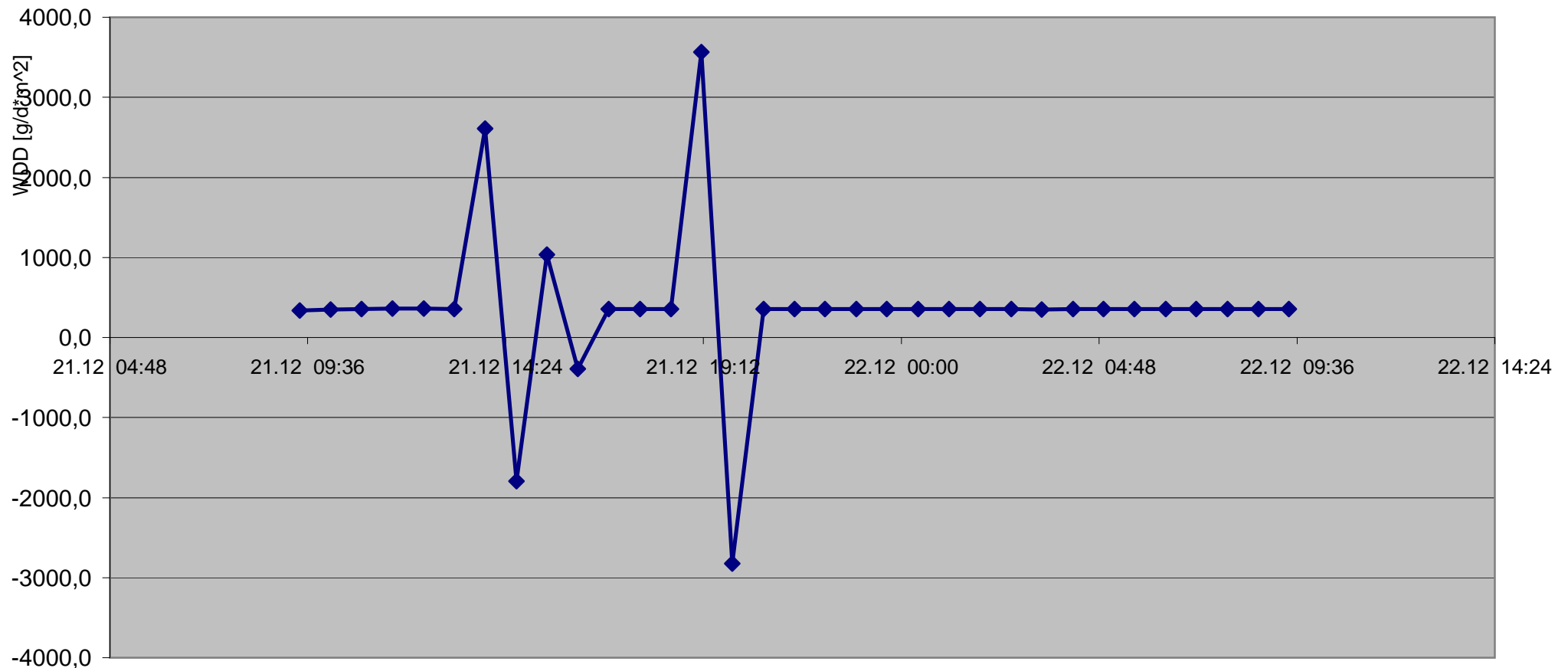
2,5 m/s

☐ Luftdruck

967,3 mbar

☐ WDD354,15 g/(d*m²) (5 Werte)

Standard Abweichung WDD

0,62 g/(d*m²)

GraviTest - Auswertung

Erste Messung 09.02.2010 13:44

Methode: metoda 23/93

Probenname Vzorek A výr.11.6.09

Beschreibung

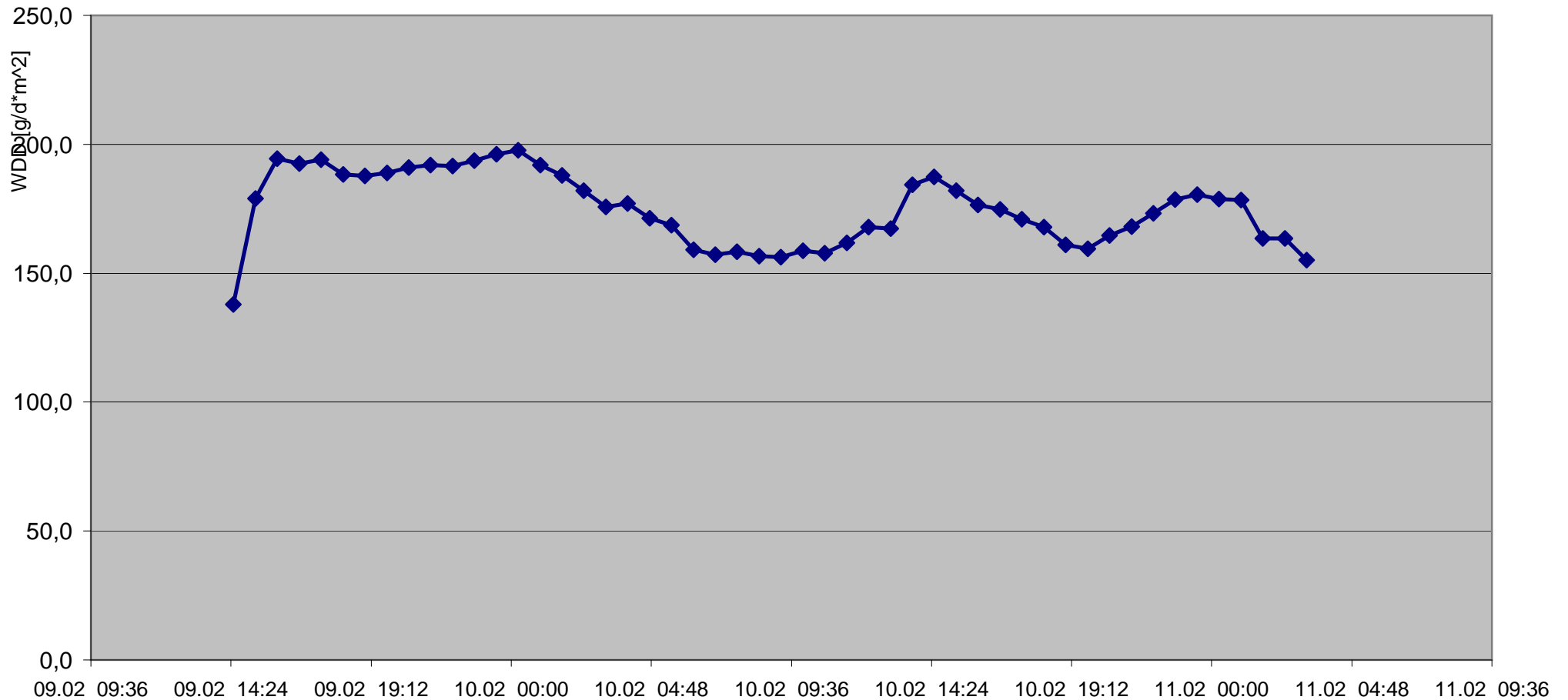
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

<input type="checkbox"/> Temperatur	23,7 °C	
<input type="checkbox"/> Feuchte	88,4 %	
<input type="checkbox"/> Luftstrom	2,5 m/s	
<input type="checkbox"/> Luftdruck	968,7 mbar	
<input type="checkbox"/> WDD	170,41 g/(d*m ²)	(10 Werte)
Standard Abweichung WDD	8,26 g/(d*m ²)	



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 09.02.2010 13:44

Methode: metoda 23/93

Probenname Vzorek B výr.11.4.09

Beschreibung

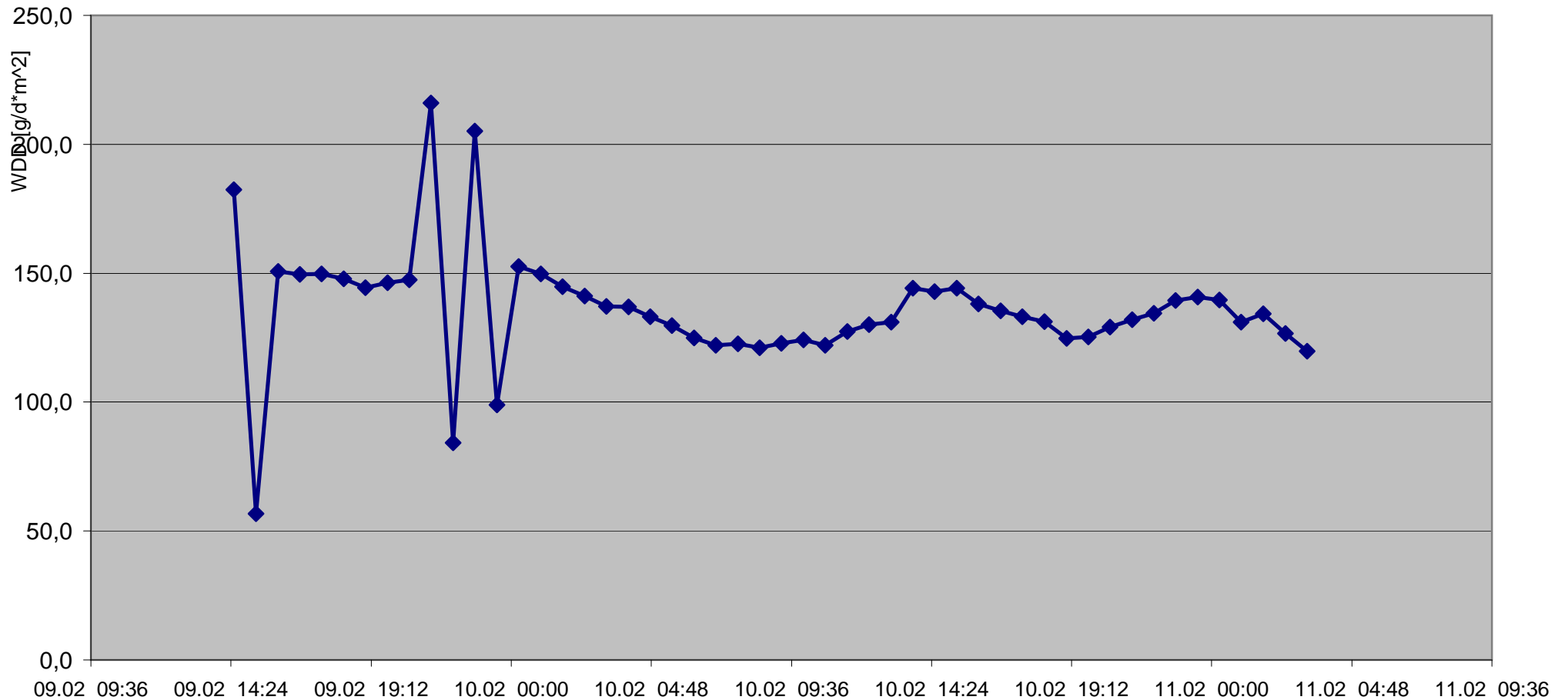
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

<input type="checkbox"/> Temperatur	23,7 °C
<input type="checkbox"/> Feuchte	88,4 %
<input type="checkbox"/> Luftstrom	2,5 m/s
<input type="checkbox"/> Luftdruck	968,7 mbar
<input type="checkbox"/> WDD	132,73 g/(d*m ²) (10 Werte)
Standard Abweichung WDD	6,22 g/(d*m ²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 09.02.2010 13:44

Methode: metoda 23/93

Probenname Vzorek C výr.27.2.09

Beschreibung

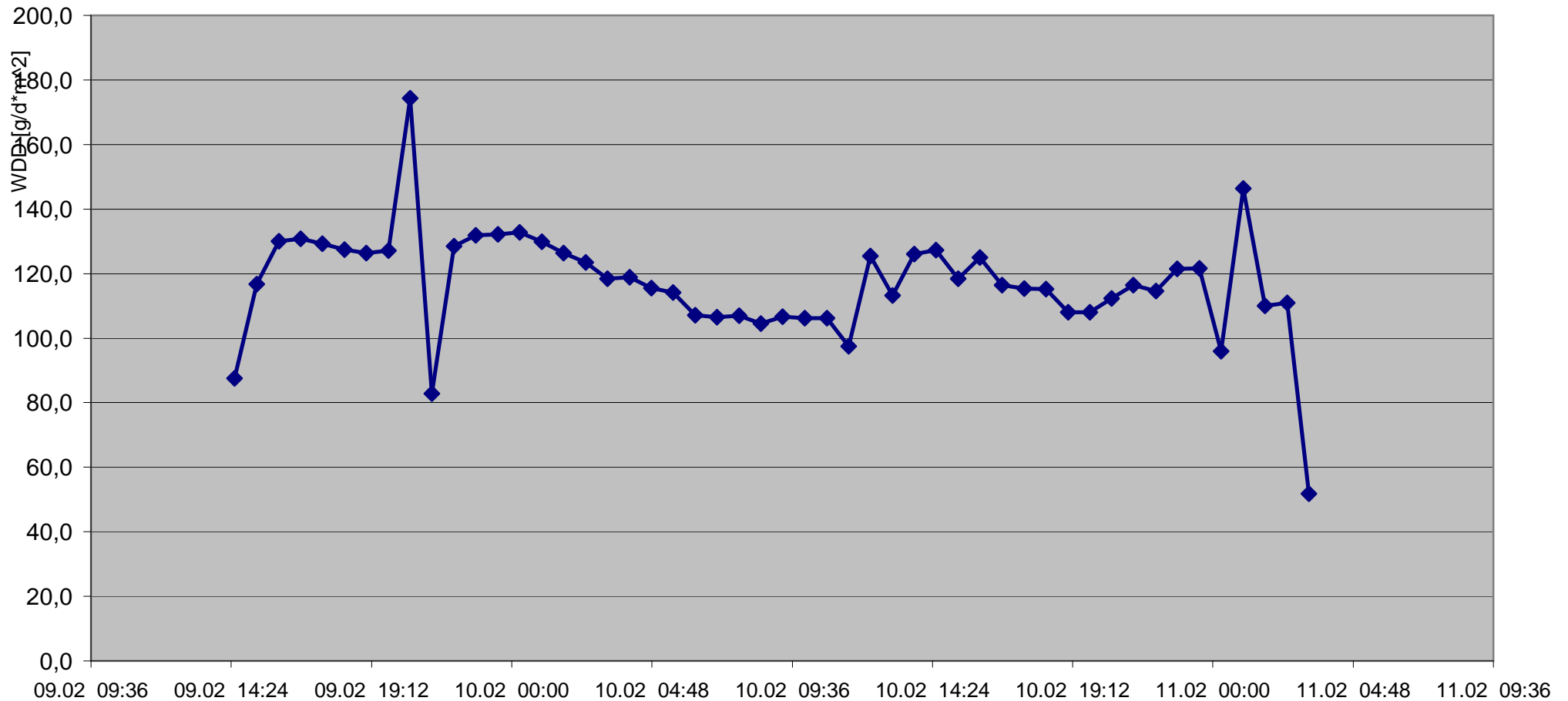
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur 23,7 °C
☐ Feuchte 88,4 %
☐ Luftstrom 2,5 m/s
☐ Luftdruck 968,7 mbar
☐ WDD 110,17 g/(d*m²) (10 Werte)
Standard Abweichung WDD 21,82 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 09.02.2010 13:44

Methode: metoda 23/93

Probenname Vzorek D výr.2.11.09

Beschreibung

Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur 23,7 °C

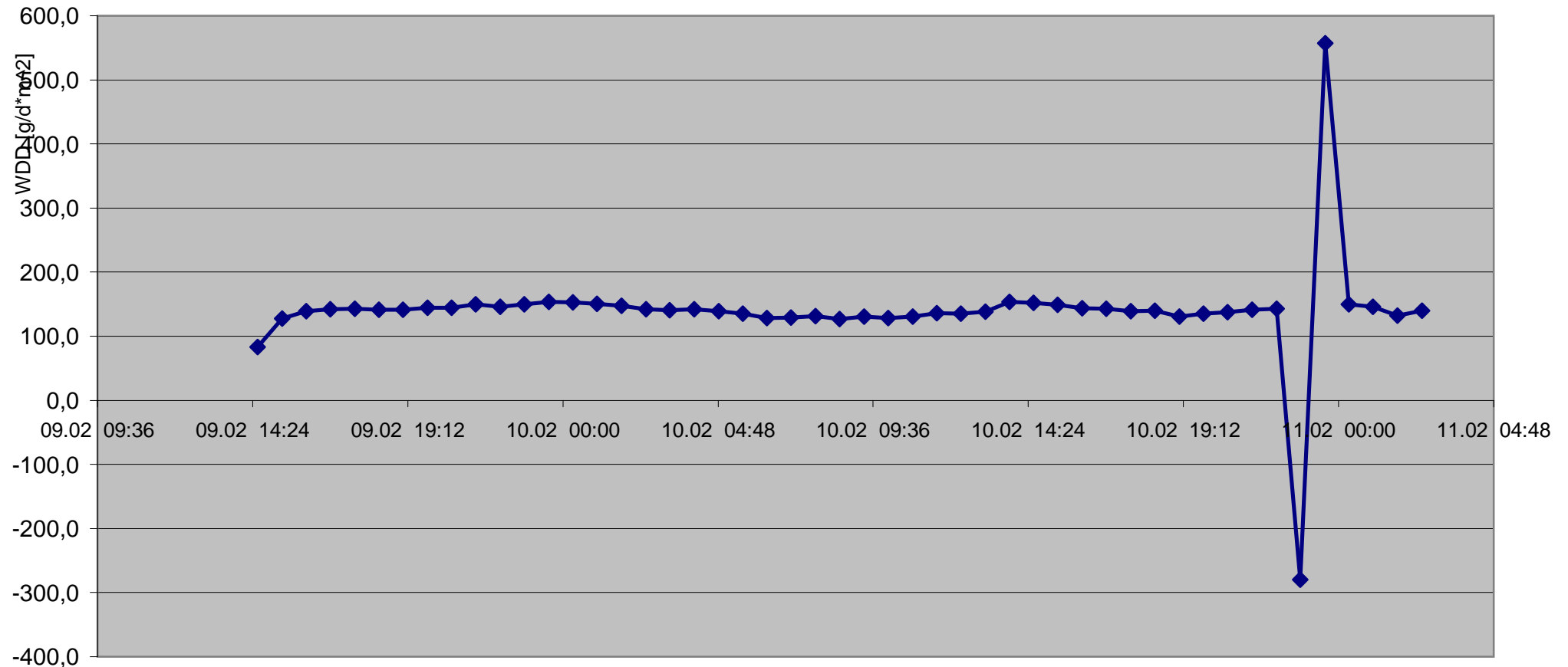
☐ Feuchte 88,4 %

☐ Luftstrom 2,5 m/s

☐ Luftdruck 968,7 mbar

☐ WDD 140,10 g/(d*m²) (10 Werte)

Standard Abweichung WDD 187,07 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 09.02.2010 13:44

Methode: metoda 23/93

Probenname Vzorek E výr.19.2.09

Beschreibung

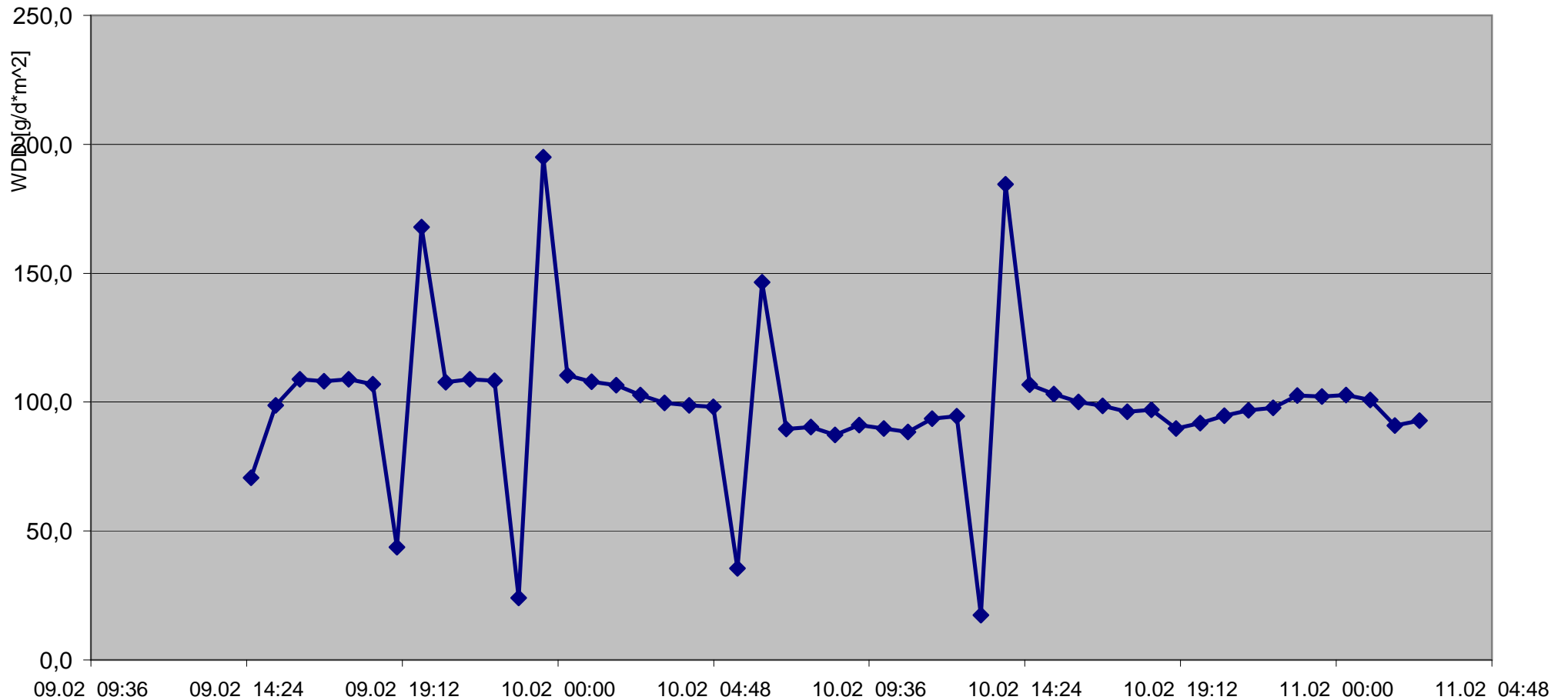
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur 23,7 °C
☐ Feuchte 88,4 %
☐ Luftstrom 2,5 m/s
☐ Luftdruck 968,7 mbar
☐ WDD 97,32 g/(d*m²) (10 Werte)
 Standard Abweichung WDD 4,39 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung

24.02.2010 08:45

Methode:

metoda 38/90

Probenname

Vzorek A výr.11.6.09

Beschreibung

Probendicke

mm

Probenfläche

50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur

36,7 °C

☐ Feuchte

79,2 %

☐ Luftstrom

2,5 m/s

☐ Luftdruck

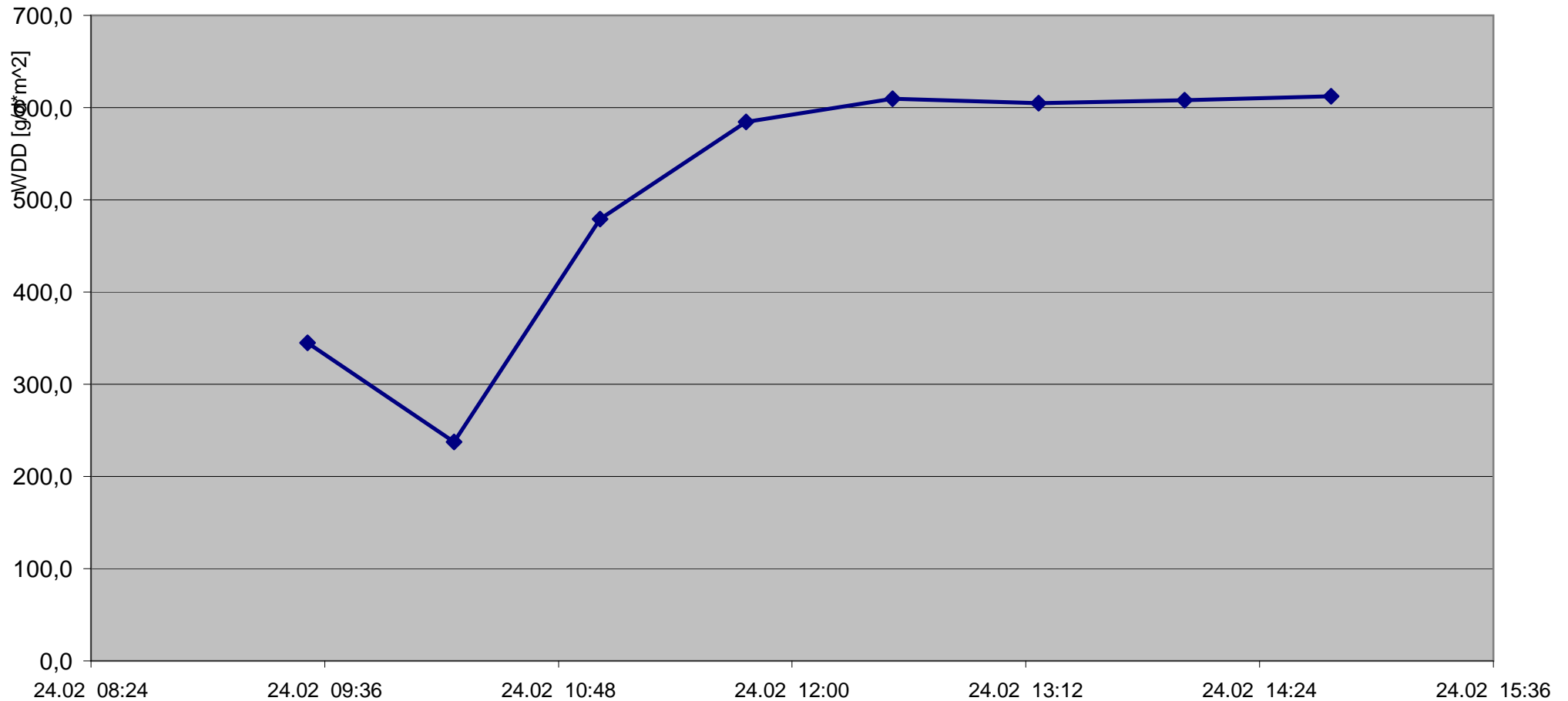
968,7 mbar

☐ WDD

603,81 g/(d*m²) (5 Werte)

Standard Abweichung WDD

10,06 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 24.02.2010 08:45

Methode: metoda 38/90

Probenname Vzorek B výr.11.4.09

Beschreibung

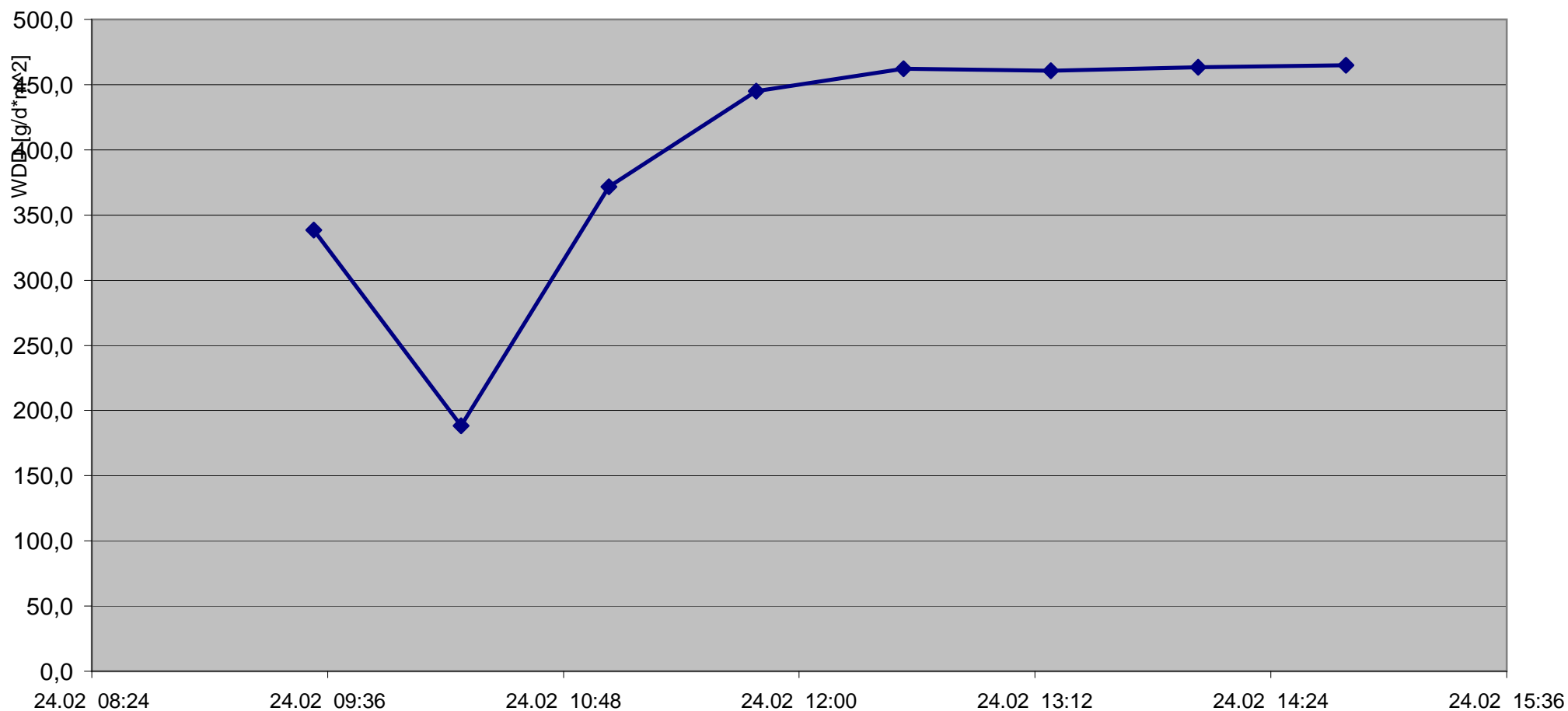
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur 36,7 °C
☐ Feuchte 79,2 %
☐ Luftstrom 2,5 m/s
☐ Luftdruck 968,7 mbar
☐ WDD 459,16 g/(d*m²) (5 Werte)
Standard Abweichung WDD 7,23 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 24.02.2010 08:45

Methode: metoda 38/90

Probenname Vzorek C výř.27.2.09

Beschreibung

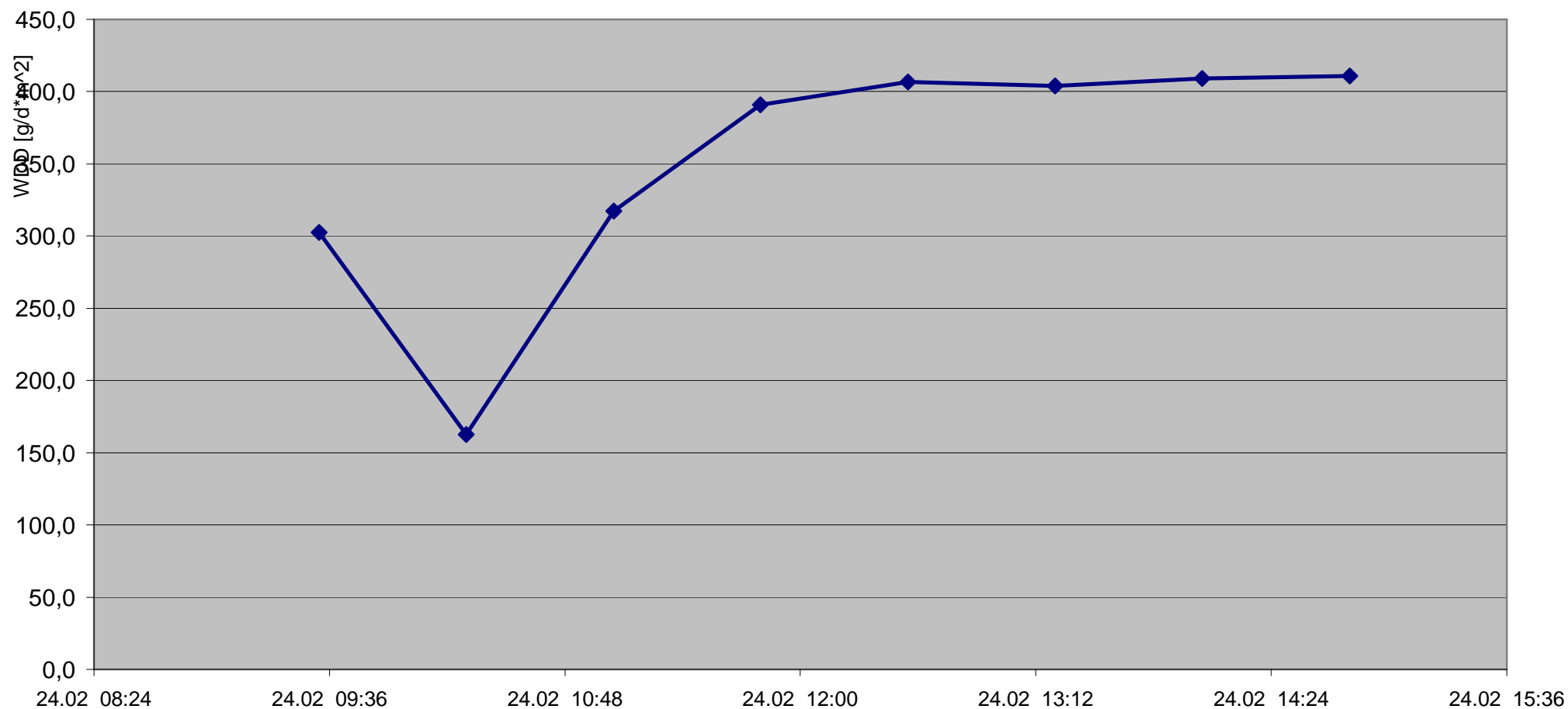
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

☐ Temperatur 36,7 °C
☐ Feuchte 79,2 %
☐ Luftstrom 2,5 m/s
☐ Luftdruck 968,7 mbar
☐ WDD 404,26 g/(d*m²) (5 Werte)
Standard Abweichung WDD 7,10 g/(d*m²)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 24.02.2010 08:45

Methode: metoda 38/90

Probenname Vzorek D výr.2.11.09

Beschreibung

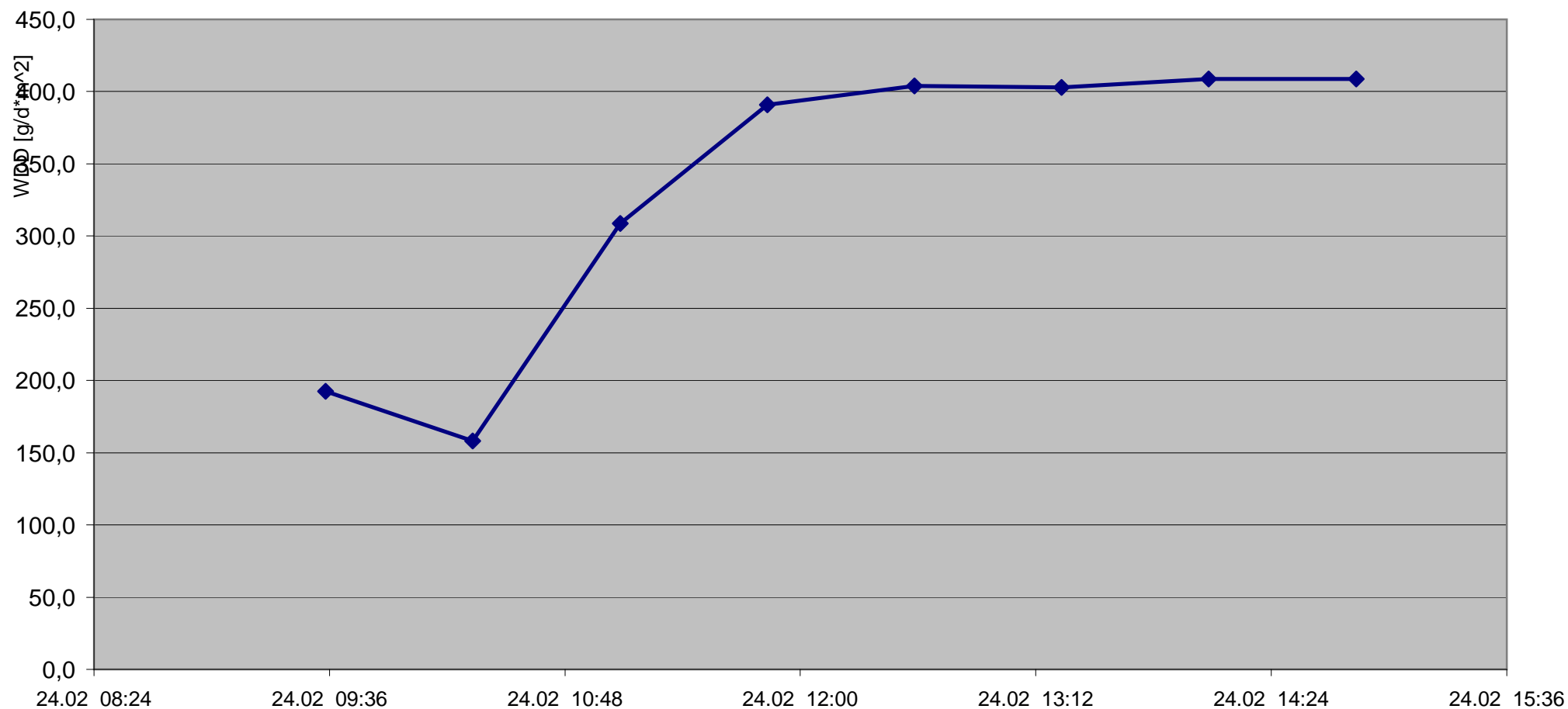
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

<input type="checkbox"/> Temperatur	36,7 °C
<input type="checkbox"/> Feuchte	79,2 %
<input type="checkbox"/> Luftstrom	2,5 m/s
<input type="checkbox"/> Luftdruck	968,7 mbar
<input type="checkbox"/> WDD	402,98 g/(d*m ²) (5 Werte)
Standard Abweichung WDD	6,52 g/(d*m2)



GraviTest - Auswertung

Erste Messung 24.02.2010 08:45

Methode: metoda 38/90

Probenname Vzorek E výr.19.2.09

Beschreibung

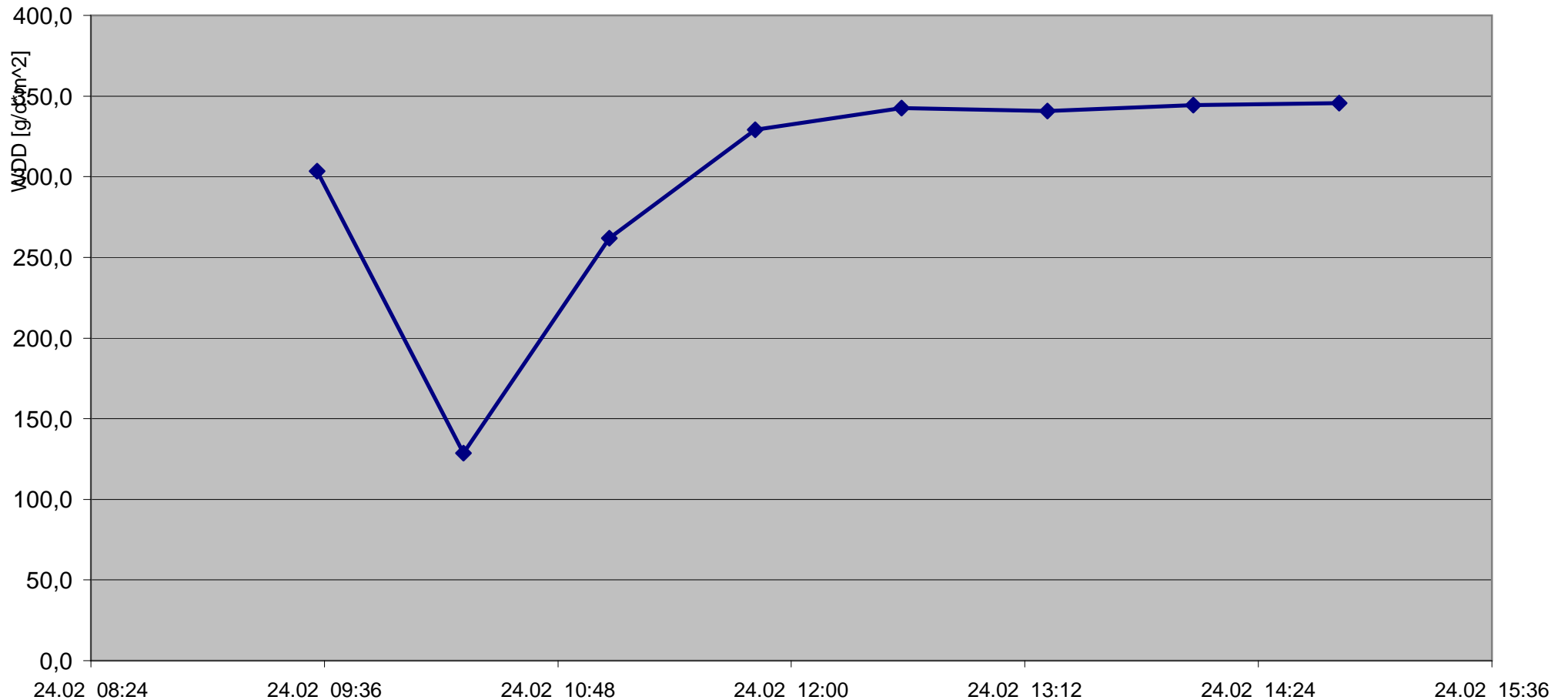
Probendicke mm

Probenfläche 50,0 cm²

Lotnummer

Auftragsnummer

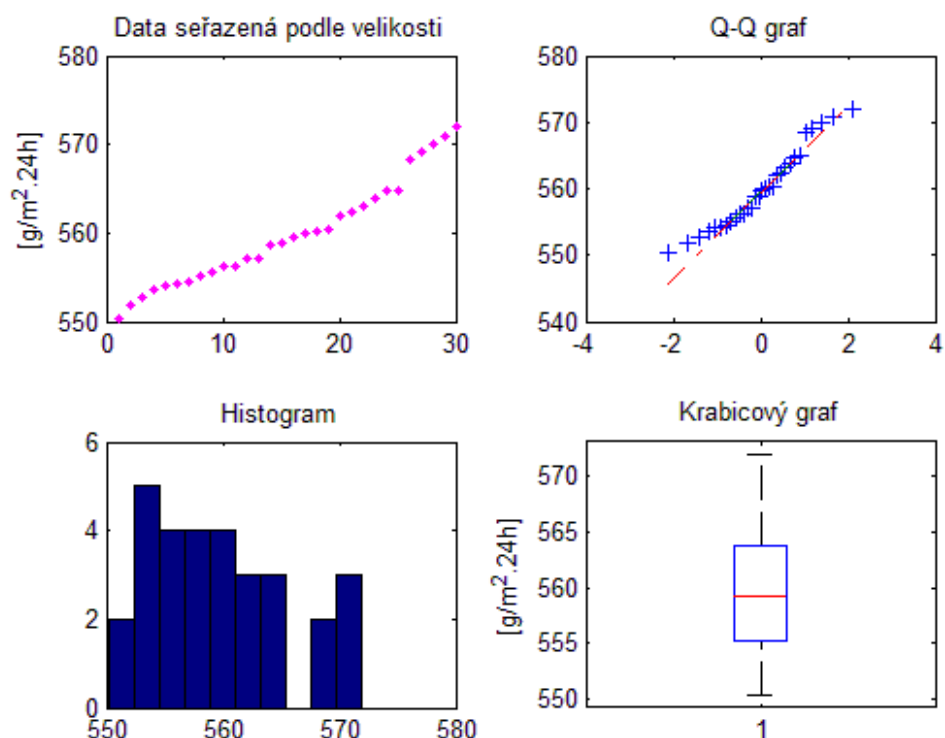
☐ Temperatur 36,7 °C
☐ Feuchte 79,2 %
☐ Luftstrom 2,5 m/s
☐ Luftdruck 968,7 mbar
☐ WDD 340,53 g/(d*m²) (5 Werte)
Standard Abweichung WDD 5,90 g/(d*m²)



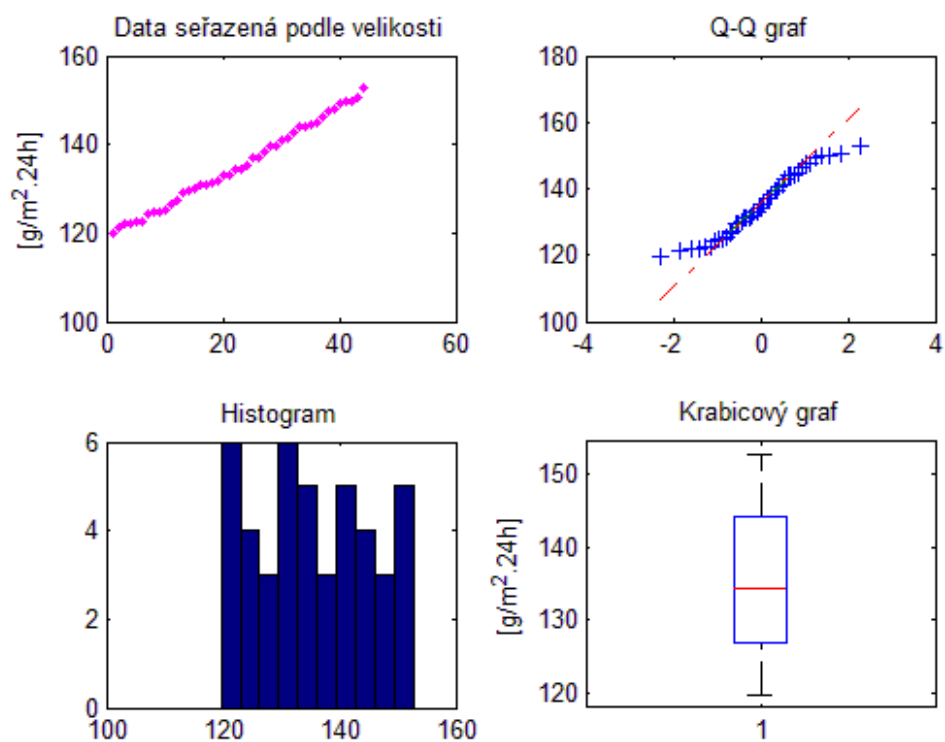
Příloha č. 3

Statistické zhodnocení výsledků měření z přístroje GraviTest

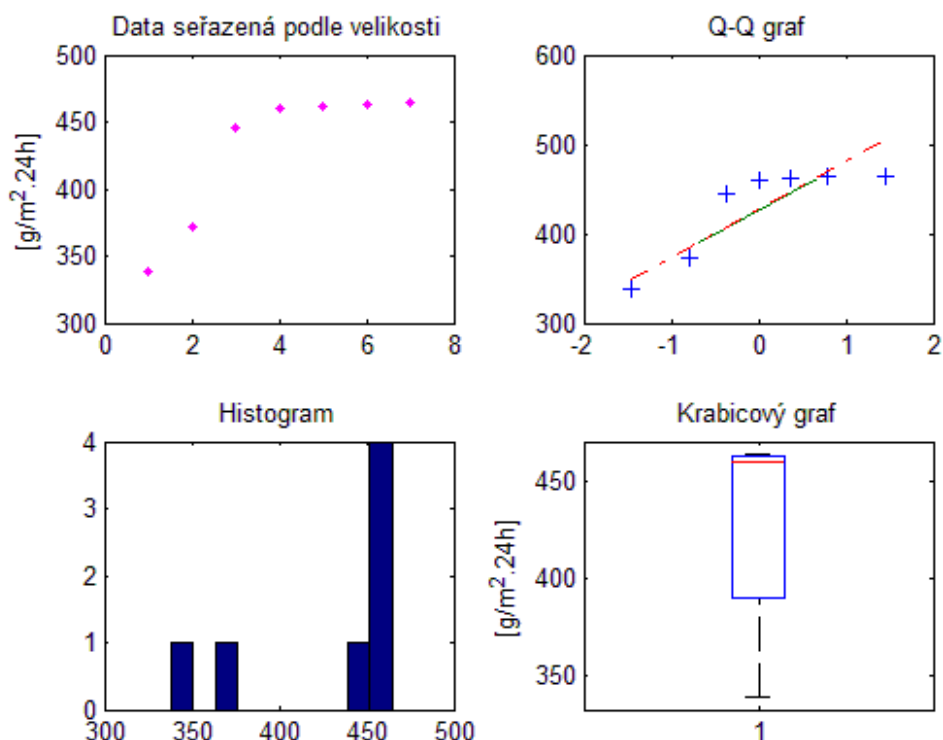
Vzorek B



Obr. č. P 5: Měření při podmínkách 23°C a 50% vlhkosti.



Obr. č. P 6: Měření při podmínkách 23°C a 93% vlhkosti.



Obr. č. P 7: Měření při podmínkách 38°C a 90% vlhkosti.

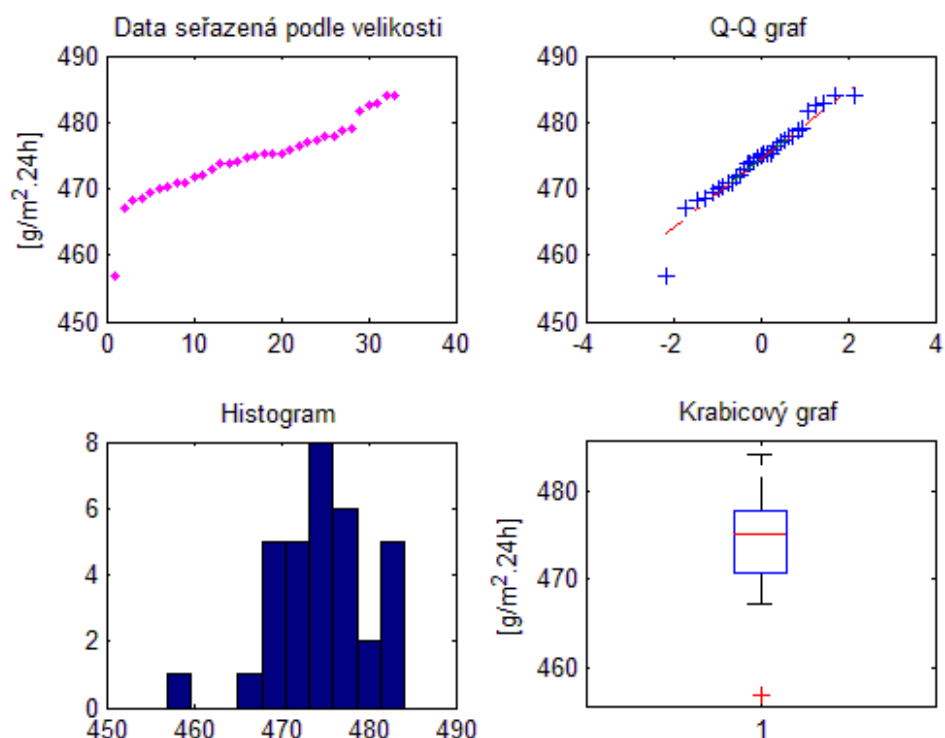
Tab. P 6: Hodnoty paropropustnosti vzorku B se statistickými veličinami.

Vzorek B							
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Medián	Modus	Max	Min
23/50	559,93	5,98	1,07	559,24	556,30	571,94	550,33
23/93	135,35	9,58	7,08	134,39	144,11	152,68	119,71
38/90	429,43	52,10	12,13	460,67	338,43	464,76	338,43

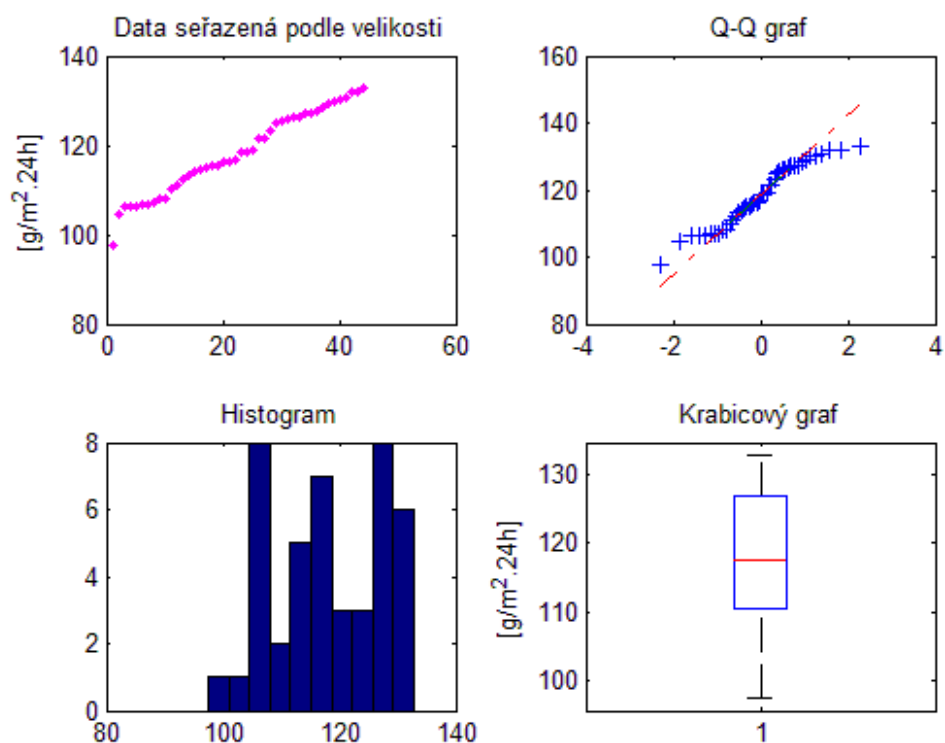
Tab. P 7: Porovnání hodnot z přístroje s hodnotami bez vybočujících měření.

Vzorek B				
Metoda	Průměr bez vybočujících měření	Průměr z přístroje	Variační koeficient bez vybočujících měření [%]	Variační koeficient z přístroje [%]
23/50	559,93	553,46	1,07	0,36
23/93	135,35	132,73	7,08	4,69
38/90	429,43	459,16	12,13	1,57

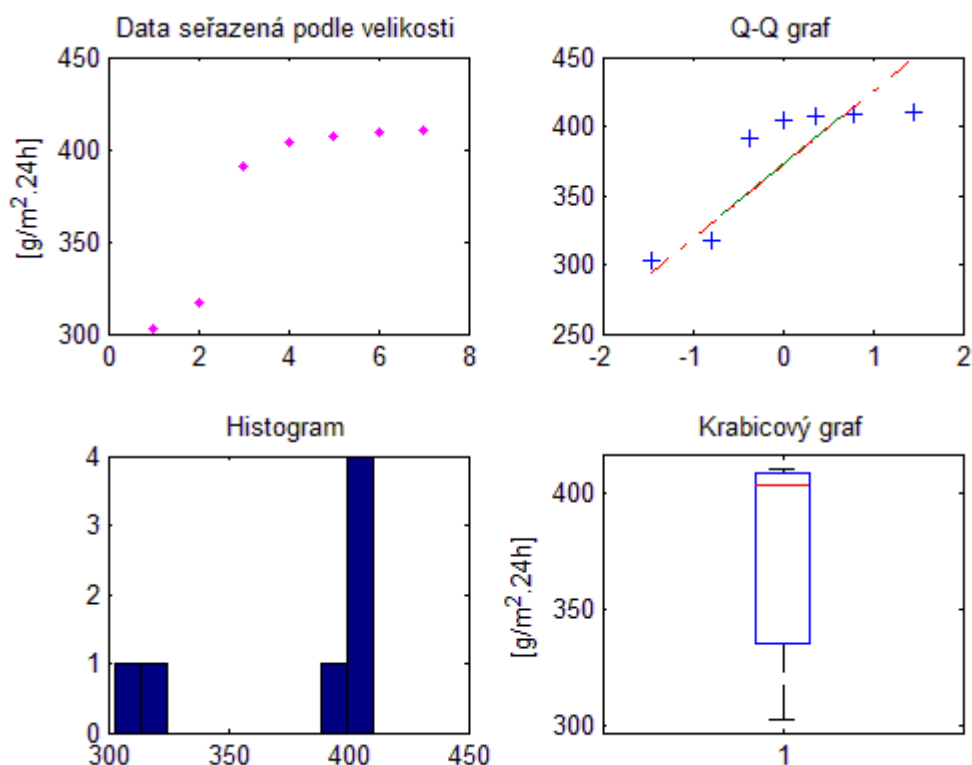
Vzorek C



Obr. č. P 8: Měření při podmínkách 23°C a 50% vlhkosti.



Obr. č. P 9: Měření při podmínkách 23°C a 93% vlhkosti.



Obr. č. P 10: Měření při podmínkách 38°C a 90% vlhkosti.

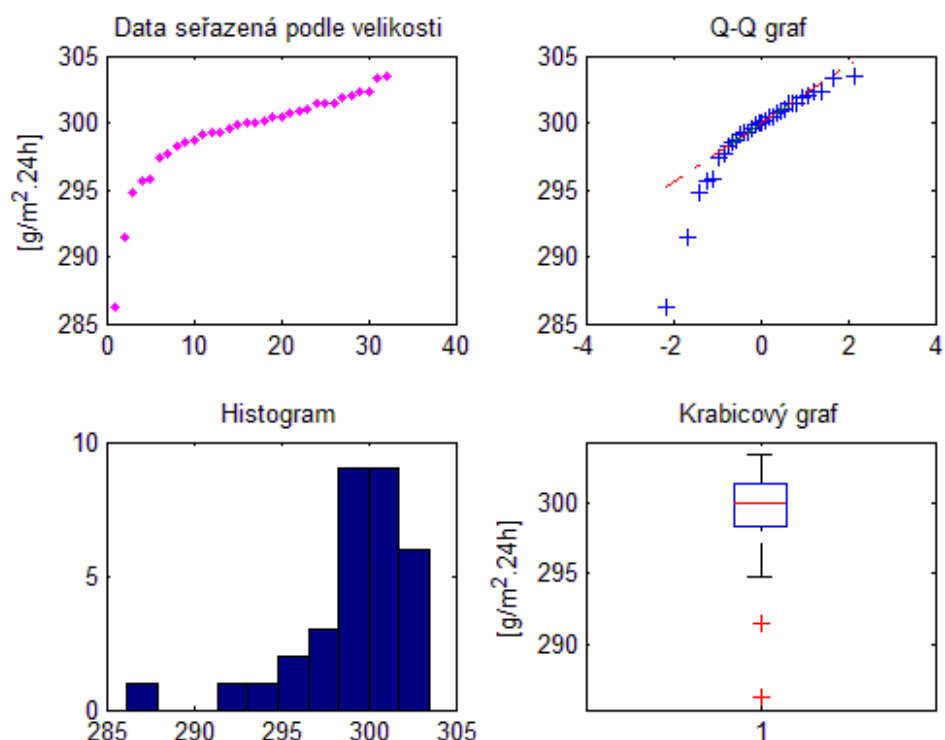
Tab. P 8: Hodnoty paropropustnosti vzorku C se statistickými veličinami.

Vzorek C							
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Medián	Modus	Max	Min
23/50	474,60	5,58	1,18	475,07	475,22	484,10	456,94
23/93	118,33	9,29	7,85	117,59	97,54	132,78	97,54
38/90	377,32	46,65	12,36	403,84	302,61	410,76	302,61

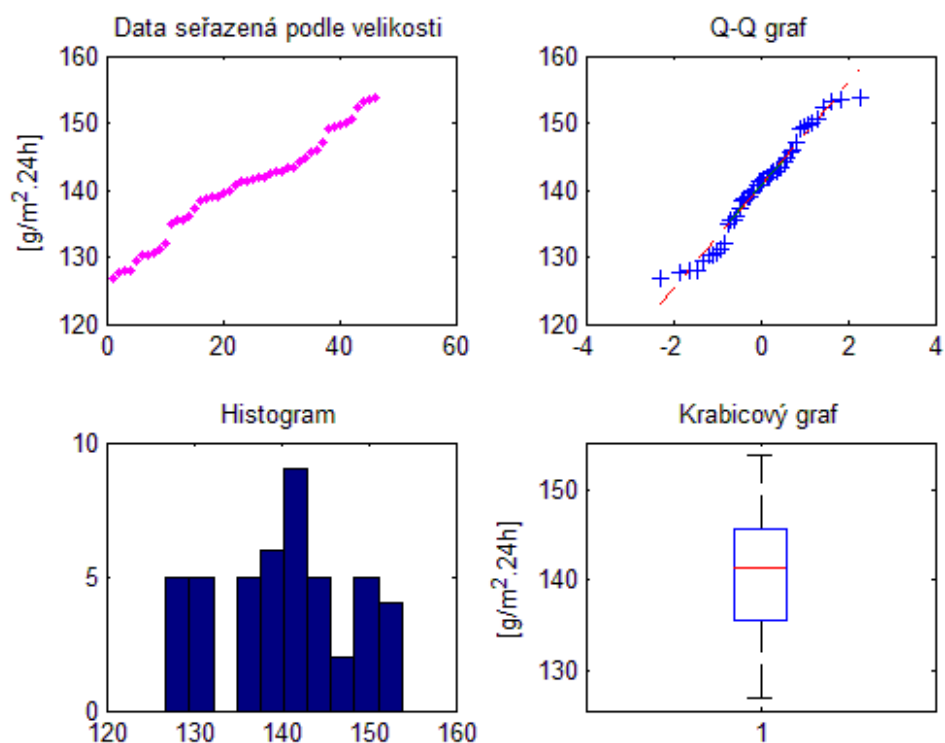
Tab. P 9: Porovnání hodnot z přístroje s hodnotami bez vybočujících měření.

Vzorek C				
Metoda	Průměr bez vybočujících měření	Průměr z přístroje	Variační koeficient bez vybočujících měření [%]	Variační koeficient z přístroje [%]
23/50	474,60	470,85	1,18	0,37
23/93	118,33	110,17	7,85	20,77
38/90	377,32	404,26	12,36	1,76

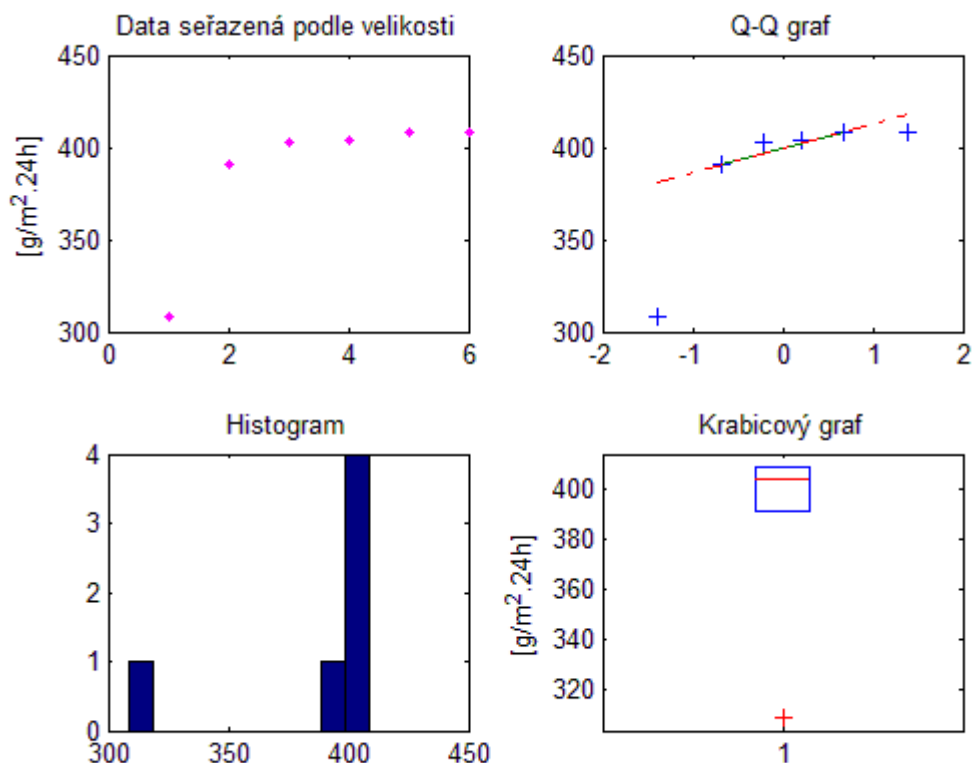
Vzorek D



Obr. č. P 11: Měření při podmínkách 23°C a 50% vlhkosti.



Obr. č. P 12: Měření při podmínkách 23°C a 93% vlhkosti.



Obr. č. P 13: Měření při podmínkách 38°C a 90% vlhkosti.

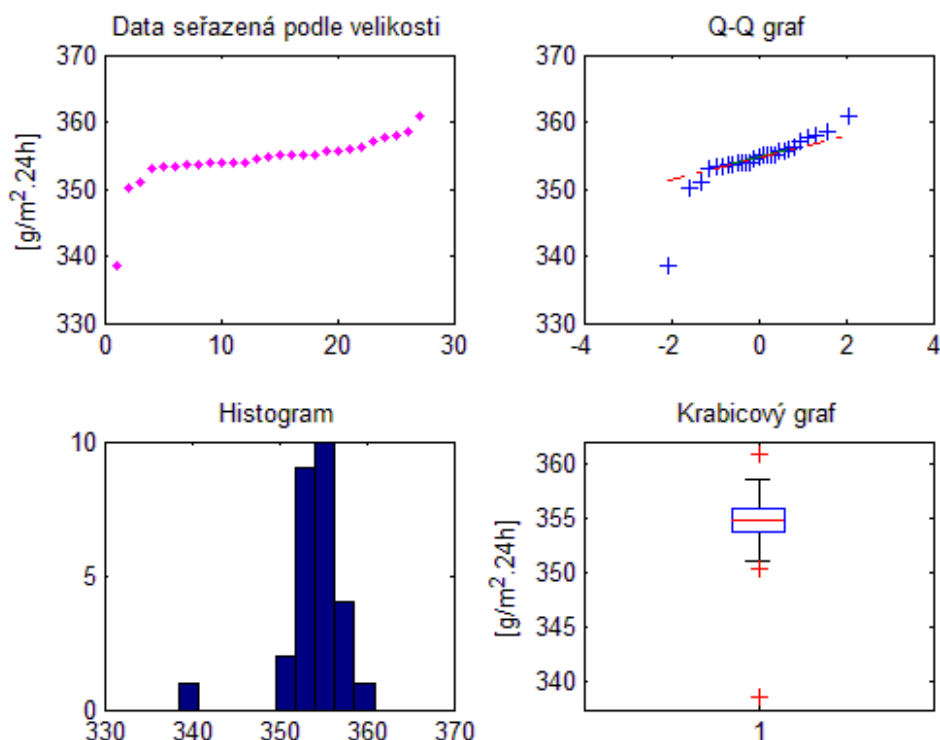
Tab. P 10: Hodnoty paropropustnosti vzorku D se statistickými veličinami.

Vzorek D							
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Medián	Modus	Max	Min
23/50	299,22	3,49	1,17	299,97	300,49	303,50	286,18
23/93	140,46	7,63	5,43	141,31	128,05	153,83	126,84
38/90	387,24	39,10	10,10	403,37	308,55	408,69	308,55

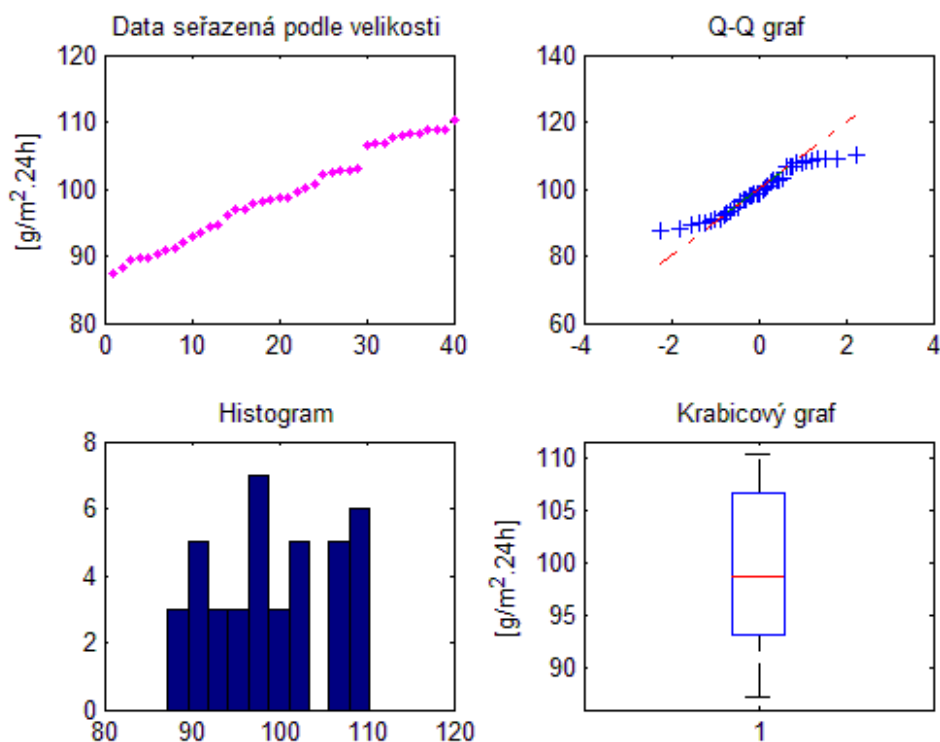
Tab. P 11: Porovnání hodnot z přístroje s hodnotami bez vybočujících měření.

Vzorek D				
Metoda	Průměr bez vybočujících měření	Průměr z přístroje	Variační koeficient bez vybočujících měření [%]	Variační koeficient z přístroje [%]
23/50	299,22	300,55	1,17	0,87
23/93	140,46	140,1	5,43	133,53
38/90	387,24	402,98	10,10	1,62

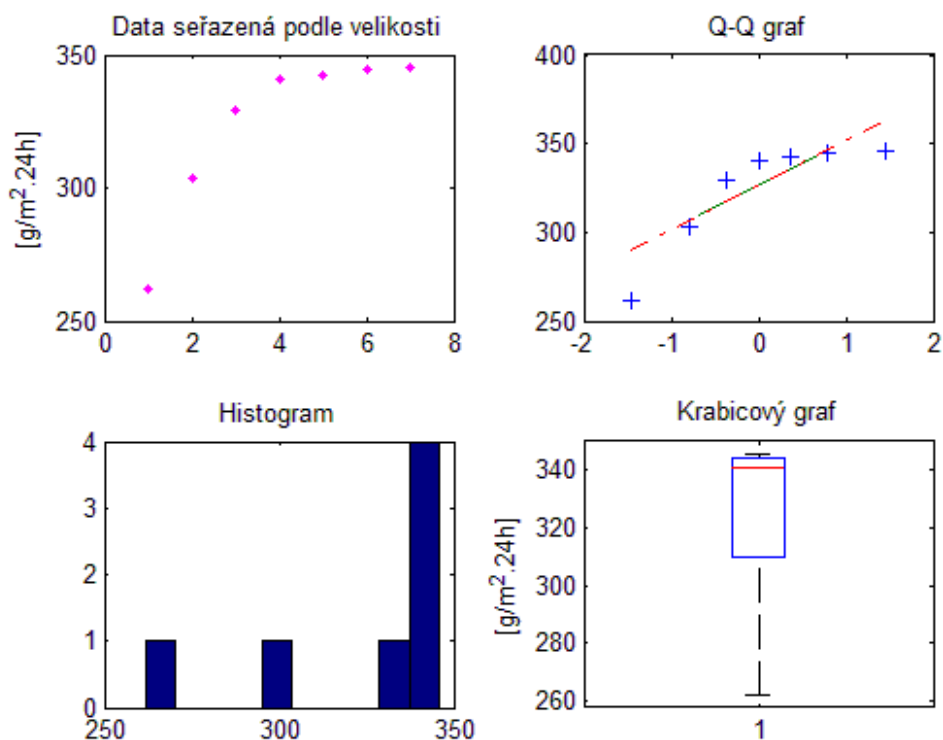
Vzorek E



Obr. č. P 14: Měření při podmínkách 23°C a 50% vlhkosti.



Obr. č. P 15: Měření při podmínkách 23°C a 93% vlhkosti.



Obr. č. P 16: Měření při podmínkách 38°C a 90% vlhkosti.

Tab. P 12: Hodnoty paropropustnosti vzorku E se statistickými veličinami.

Vzorek E							
Metoda	Průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Medián	Modus	Max	Min
23/50	354,34	3,86	1,09	354,70	353,83	360,90	338,47
23/93	99,24	6,97	7,03	98,75	87,26	110,39	87,26
38/90	323,99	31,15	9,61	340,73	261,91	345,60	261,91

Tab. P 13: Porovnání hodnot z přístroje s hodnotami bez vybočujících měření.

Vzorek E				
Metoda	Průměr bez vybočujících měření	Průměr z přístroje	Variační koeficient bez vybočujících měření [%]	Variační koeficient z přístroje [%]
23/50	354,34	354,15	1,09	0,18
23/93	99,24	97,32	7,03	4,51
38/90	323,99	340,53	9,61	1,73

Příloha č. 4

Fotky z aplikací



Ob. č. P 17: Ukázka z aplikace.



Ob. č. P 18: Ukázka z aplikace.



Ob. č. P 19: Vnitřní pohled na podstřešní fólii.



Ob. č. P 20: Ukázka z aplikace.



Ob. č. P 21: Ukázka z aplikace.